



**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS
DE IDIOMAS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019-2020

**PROPUESTA PARA MEJORAR LA ACTITUD HACIA ASIGNATURAS
DE CIENCIAS. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE METODOLOGÍA ACTIVA-
MOTIVADORA.**

**AN APPROACH TO IMPROVE ATTITUDE TOWARDS SCIENCE
SUBJECTS. DESIGN AND ASSESSMENT OF AN ACTIVE-MOTIVATING
METHODOLOGY.**

ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

APELLIDOS Y NOMBRE: CAÑADAS FERNÁNDEZ, MANUEL

DNI: 50484932R

CONVOCATORIA: JUNIO

TUTOR/A: JESÚS PALÁ-PAÚL

Dpto. de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. ¿Qué metodología tiene más aceptación entre el alumnado?	4
2.2. ¿Qué demandas tendrán los alumnos en el futuro?.....	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
3.1. Clases expositivas con alto grado de participación	7
3.1.1. Enfoque participativo	8
3.2. Uso de herramientas gráficas/multimedia	8
3.2.1. La Teoría de la entrega de información en el aprendizaje multimedia.....	10
3.2.2. Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia	10
3.3. Actividades para potenciar/ejercitar la creatividad.....	12
4. OBJETIVOS.....	15
5. METODOLOGÍA	16
5.1. Descripción del grupo experimental. El centro y sus alumnos.	16
5.2. Organización temporal.....	16
5.3. Secuenciación de metodologías dentro de la UD y diseño del estudio	17
5.4. Desarrollo de cada sesión	19
5.5. Estrategias metodológicas	19
5.5.1. Diseño e implantación de metodología activa-motivadora.....	20
5.5.2. Diseño de metodología tradicional	21
5.6. Recursos didácticos	22
5.6.1. Recursos didácticos usados en metodología activa-motivadora	22
5.6.2. Recursos didácticos usados en metodología tradicional	24
5.7. Toma de datos y evaluación inicial / final.....	25
5.8. Procesado de los datos obtenidos	28
5.9. Análisis estadístico	28
6. RESULTADOS	29
6.1. Resultados evaluación inicial y final.....	29
6.2. Comparación de metodologías	32
6.1. Resultados encuesta anónima	33
7. DISCUSIÓN.....	36
7.1. Relación de los resultados obtenidos con la profesión docente.....	38

7.2. Limitaciones del estudio.....	39
7.3. Futuras líneas de trabajo/actuación.....	40
8. CONCLUSIONES	41
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS.....	47
ANEXO I - Fichas actividad de dibujo.	47
ANEXO II - Examen tipo test para cada filo de invertebrados.	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo del planteamiento del problema.....	6
Figura 2: Esquema de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia basada en sus 3 supuestos.	11
Figura 3: Diferentes representaciones gráficas a lo largo de la historia	13
Figura 4: Fotografía tomada durante el desarrollo de la actividad de dibujo para Poríferos. Ejemplo de fichas realizadas por el alumnado para el filo Platelminetos.....	21
Figura 5: Fotografía tomada durante el desarrollo de una sesión con metodología tradicional.	22
Figura 6: Proceso de elaboración de las ilustraciones.	23
Figura 7: Elaboración la animación para el proceso de cefalización en Platelminetos.	23
Figura 8: Formato de presentación para metodología activa-motivadora.....	24
Figura 9: Formato presentación para metodología tradicional. Fuente: presentación cedida por el Departamento de Biología y Geología (IES Domenico Scarlatti)	25
Figura 10: Aplicación Plickers.	26
Figura 11: Formato cuestiones para evaluación inicial/final y encuesta anónima.....	27
Figura 12: Media calificaciones evaluación inicial y final para todos los filos.....	32
Figura 13: Porcentaje de la ratio de mejora de la evaluación final respecto a la inicial.....	33
Figura 14: Resultados pregunta 1 encuesta anónima para el total de los alumnos (n=72).	33
Figura 15: Resultados pregunta 2 encuesta anónima para el total de los alumnos (n=72).	34
Figura 16: Resultados pregunta 3 encuesta anónima para el total de los alumnos (n=72).	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Horario semanal para temporalización de cada grupo durante 3 semana.	17
Tabla 2: Secuenciación metodologías por sesiones.....	18
Tabla 3: Desarrollo de cada sesión.....	19
Tabla 4: Calificaciones (0 al 10) para los 4 filos según evaluación inicial o final (n=72). ..	29
Tabla 5: Análisis comparativo de medias apareadas pre/post de las calificaciones de cada filo para el conjunto de los alumnos.	31

1. RESUMEN

La actitud negativa y la falta de motivación del alumnado son consideradas posibles causantes de los malos resultados en asignaturas de ciencias. Este Trabajo de Fin de Máster ha diseñado e implementado una metodología activa-motivadora basada en la participación, el uso de herramientas gráficas/multimedia y la incorporación de actividades de dibujo para trabajar de manera transversal competencias como la creatividad y la observación. Además, se ha evaluado si esta metodología mejora las calificaciones del alumnado. De manera paralela, se evalúan los resultados de usar una metodología tradicional. Para ello, se realizó un estudio experimental con diseño pre-test y post-test a 72 alumnos de 1º de la ESO en el IES Domenico Scarlatti (Aranjuez). Se les impartieron 4 sesiones para el estudio de los invertebrados en la asignatura Biología y Geología: dos según metodología activa-motivadora (Poríferos, Platelminetos) y otras dos según metodología tradicional (Cnidarios, Nematodos). El análisis estadístico de los resultados muestra que ambas metodologías mejoran significativamente el aprendizaje. En valores absolutos, los resultados de la metodología activa-motivadora sugieren un incremento en las calificaciones de la evaluación final y en la ratio de mejora con respecto a la metodología tradicional. Atendiendo a los resultados, la estrategia metodológica propuesta en este estudio contribuye a mejorar la motivación, el aprendizaje del alumnado y la adquisición de competencias transversales.

La creatividad es contagiosa, pásala.

Albert Einstein (1879-1955).

PALABRAS CLAVE:

Metodología, motivación, participación activa, herramientas multimedia, creatividad.

ABSTRACT

The negative attitude and lack of motivation among the students is bound to be a reason for the poor results in science subjects. This Final Master's Project proposes an active-motivating methodology based on participation, the use of graphic/multimedia tools and the incorporation of drawing activities to practice transversal competencies such as creativity and observation. An assessment of this methodology has been carried out. At the same time, the results of using a traditional methodology have been evaluated. For that, an experimental study with a pre-test and post-test design was carried for 72 students of 1st high school degree at the IES Domenico Scarlatti (Aranjuez). 4 sessions were given to the students regarding invertebrates in the Biology and Geology subject: two sessions were performed according the active-motivating methodology (Porifera, Platyhelminthes) and the two others according the traditional methodology (Cnidarians, Nematodes). Statistical analysis of the results shows that both methodologies significantly improve learning. Absolute values assessment suggests an increase in students' marks using the active-motivating methodology in the final evaluation and in the improvement ratio with respect to the traditional methodology. Based on the results, the methodological strategy proposed in this study seems to improve the motivation, transversal competences acquisition and students learning.

Creativity is contagious, pass it on.

Albert Einstein (1879-1955).

KEY WORDS:

Methodology, motivation, active participation, multimedia tools, creativity.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Para conocer la situación actual de la educación en ciencias en España, hay que hacer referencia al informe PISA (2018). Según este, España se encuentra por debajo de la media internacional en asignaturas de ciencias, con 483 puntos. Esta puntuación es significativamente inferior a la media de la Unión Europea (490) (PISA, 2018). No es de extrañar, pues, que la actitud que muestra este alumnado frente a las asignaturas de ciencias no sea especialmente positiva. El 43% de ellos muestran una actitud negativa hacia la Biología. En mayor medida, un 58% y un 62% tienen la misma opinión hacia la Química y la Física, respectivamente (Eurydice, 2011).

Está demostrado que el alumnado valora y reconoce la importancia de las ciencias en la sociedad, pero, de igual manera, es fácil encontrar ejemplos de estudiantes que no encuentran motivación suficiente para continuar cursando asignaturas de índole científica (Marbà Tallada & Márquez, 2010). A este respecto, existe una amplia literatura que coloca a la desmotivación del alumnado como una de las principales razones del bajo desempeño en estas asignaturas (Steinmann *et al.*, 2013; Tapia, 2005). En la gran mayoría de los casos, no podemos culpar a los estudiantes de su grado de motivación (Bernal *et al.*, 2010) y se deben buscar otros factores. Según Municio *et al.* (1998) la motivación no es sólo una responsabilidad del alumnado, sino también un resultado de la educación que reciben y, en nuestro caso, de cómo se les enseña Ciencia.

Así pues, la metodología que los docentes usan en el aula parece jugar un papel muy importante para conseguir captar la atención del alumnado y es parte fundamental de la percepción que ellos tienen de la asignatura (Mitchener & Anderson, 1989). En muchas ocasiones, la metodología usada no destaca por ser especialmente innovadora o atractiva y tiende a centrarse única y específicamente en la materia a impartir (Jiménez, 1996). Tanto es así, que algunos estudios recientes avalan que un amplio número de docentes cuentan con escasos conocimientos en el uso de nuevas tecnologías o herramientas innovadoras en el aula (Miller, 2014; Saldís *et al.*, 2014). También coinciden en que estos profesionales de la educación no suelen concebir el uso de herramientas alternativas como una forma de incentivar el aprendizaje y la atención del alumnado. En estos estudios también se indica que algunos docentes tienden a depositar su confianza en métodos más tradicionales, como clases magistrales. Por motivos de limitación del tiempo o contenidos de la materia a impartir, el profesorado opta por exponer o dictar los contenidos mientras que el alumnado se limita casi exclusivamente a la toma de apuntes (Sáez, 2000; Saldís *et al.*, 2014). Algunas autoras como Miller (2014) dudan de la eficiencia de las clases magistrales como medio de enseñanza ya que promueven la

pasividad y la pérdida de concentración del alumnado. Como pude apreciar durante el desarrollo del Prácticum, esta situación coloca al alumnado de ciencias en una condición desventajosa, en la que la tendencia es estudiar para el examen en las fechas próximas al mismo. Esto implica una reducción de los conocimientos a solo aquellos que han podido memorizar durante un tedioso y poco estimulante proceso de estudio, no dejando espacio a la asimilación y disminuyendo, aún más si cabe, su ya bajo grado de motivación (Sáez, 2000).

Otro factor que se asocia a la baja motivación en el estudio de ciencias es la percepción del alumnado sobre la incapacidad de estas asignaturas para satisfacer sus intereses (Steinmann *et al.*, 2013). Algunos autores asocian el proceso de motivación hacia el estudio de una asignatura con dos dimensiones personales del alumnado: la intrínseca y la extrínseca. La dimensión intrínseca se fundamenta en los intereses y expectativas futuras del alumnado. La dimensión extrínseca, en cambio, se basa en aspectos y demandas del contexto en el que el alumnado vive y que pueden funcionar como estímulos motivadores (García Bacete & Doménech Betoret, 1997; Tapia, 2005; Hernández, 2003). Tanto es así, que en el estudio de Huertas & Agudo (2003) se comprueba que gran parte del alumnado responde con más implicación cuando la materia que se les propone es estimulante y les aporta competencias que serán relevantes en su futuro. Por tanto, los estudiantes demuestran mayor motivación hacia metodologías que les permitan desarrollar competencias y conocimientos asociados con su futuro éxito profesional.

Llegados a este punto, y atendiendo a los factores mencionados anteriormente, se deben plantear dos cuestiones con la intención de solventar los malos resultados en ciencias: ¿Qué metodología tiene más aceptación para los estudiantes? y ¿qué demandas tendrá el alumnado en el futuro?

2.1. ¿Qué metodología tiene más aceptación entre el alumnado?

En su estudio, Sáez (2000) remarca que la metodología basada en clases magistrales es propensa a concebir al alumnado como mero captador de unos conocimientos que, llegado el momento oportuno, deberán memorizar para después, plasmar en un examen. Los resultados de este estudio muestran una clara preferencia del alumnado hacia clases explicativas en las que la participación tenga un peso importante, frente a metodologías meramente expositivas. También se refleja la necesidad de potenciar técnicas de comprensión que clarifiquen y llamen la atención de los estudiantes frente a técnicas de simple memorización.

A este respecto, autores como Yubero (2010) recomiendan el uso de herramientas multimedia que integren imágenes, sonido e información textual como recursos para incrementar la motivación del alumnado. A él, se le unen Marrero Pérez *et al.* (2016), que avalan el uso de imágenes digitales y herramientas visuales en el aula como método de acercamiento a los estudiantes. Alonso-Fernández (2016) también atribuye a estas herramientas un alto valor motivacional para el alumnado, por su capacidad para despertar en ellos curiosidad por las ciencias, con el interés y autonomía en el proceso de aprendizaje que esto conlleva.

2.2. ¿Qué demandas tendrán los alumnos en el futuro?

Hoy en día la educación se asienta sobre unas bases creadas para una sociedad diferente a la actual. La pasada época industrial necesitaba cubrir unas necesidades educativas que poco tienen que ver con las demandas presentes y futuras de nuestro alumnado. Esa sociedad, estaba marcada por una educación orientada a la producción en cadena. Se creaban así alumnos similares, sin dar opción a adaptaciones curriculares o a la diversidad, y mucho menos, al desarrollo competencias como la creatividad (Aragónés, 2012; Montuschi, 2001). La actual sociedad de la información y del conocimiento, término utilizado por el sociólogo estadounidense Daniel Bell, está caracterizada por la incorporación de las nuevas tecnologías y la facilidad de intercambio de información (Bell, 1972; Flores *et al.*, 2007). Dicho cambio, que se está produciendo a una vertiginosa velocidad, requiere que diferentes aspectos de nuestra sociedad se adapten para avanzar a la par de las necesidades que van apareciendo.

Como Aragónés (2012) indica en su estudio, esta situación amenaza con dejar obsoleto el sistema educativo tal y como lo entendemos en la actualidad. Por lo tanto, se debe atender a las demandas que tendrá el alumnado en la nueva sociedad de la información y del conocimiento, con el fin de integrar estas nuevas competencias en el entorno educativo. De tal forma, se podrán cubrir así sus futuras necesidades y alcanzar un mayor grado de aceptación hacia la asignatura (Huertas & Agudo, 2003).

Autores como Alonso-Fernández (2016) avalan que la sociedad del conocimiento demanda personas con capacidades creativas para solventar nuevos problemas que solo puedan ser resueltos de maneras innovadoras. De igual forma, en su conferencia, Robinson (2011) afirma que para enfrentar los retos del futuro debemos preparar personas con capacidad para aportar soluciones creativas y flexibilidad para adaptarse a nuevas situaciones. Tanto es así, que la necesidad de dar valor de forma transversal a competencias como la creatividad viene contemplada en la Recomendación del

Parlamento europeo y del Consejo de 18 de Diciembre de 2006 sobre las competencias claves para el aprendizaje permanente, publicada en el [Diario Oficial de la Unión Europea L 394/10](#) de 30 de diciembre de 2006:

“Hay una serie de temas que se aplican a lo largo del marco de referencia y que intervienen en las ocho competencias clave: el pensamiento crítico, **la creatividad**, la capacidad de iniciativa, la resolución de problemas, la toma de decisiones y la gestión constructiva de los sentimientos” (Comunidades Europeas, 2007, p. 7).

Así pues, y atendiendo a la bibliografía existente, para solucionar la falta de motivación en el aprendizaje de ciencias, se debe buscar una forma de desarrollar actitudes positivas hacia esta asignatura. De tal manera, la línea de trabajo en la cual se encuadra el presente estudio será: **diseño, análisis y evaluación de materiales educativos**, ya que propone desarrollar e integrar una metodología alternativa que favorezca la motivación de los estudiantes. Esta metodología activa-motivadora se basa en clases participativas, uso de herramientas gráficas/multimedia en el aula y actividades de dibujo que permitan desarrollar la creatividad; dando la oportunidad al alumnado de adquirir de manera transversal competencias útiles de cara a sus futuras necesidades. El desarrollo del planteamiento expuesto en este apartado queda plasmado en el siguiente diagrama de flujo (Figura 1: Diagrama de flujo del planteamiento del problema).

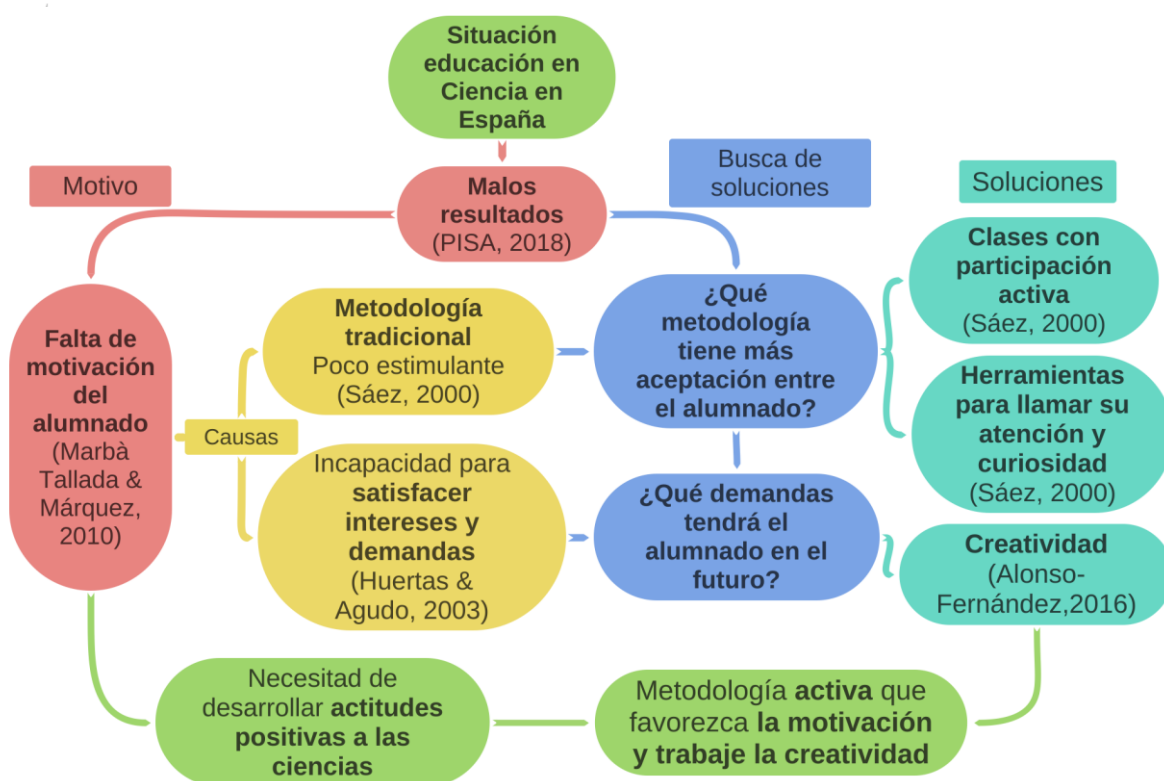


Figura 1: Diagrama de flujo del planteamiento del problema.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

El presente Trabajo Final de Master propone una posible solución para mejorar los malos resultados en ciencias. El diseño e implantación de una metodología que favorezca la motivación, mejorando la percepción del alumnado hacia las asignaturas de este ámbito. Para ello, se propone que conste de las siguientes pautas:

3.1. Clases expositivas con alto grado de participación

En su estudio, Sáez (2000) demuestra que una metodología basada en clases explicativas y que involucra activamente al alumnado con actividades participativas tiene mejor valoración que el desarrollo de sesiones meramente expositivas, como las conocidas lecciones magistrales. Para obtener este resultado, realizó una encuesta para conocer la opinión de sus estudiantes, siguiendo el ejemplo de otros autores como Rodríguez & López (1995). Los datos evidenciaron un alto porcentaje de rechazo al método basado en la transmisión unidireccional de conocimientos.

Algo interesante a remarcar en el estudio de Sáez (2000) es que el alumnado no muestra un rechazo absoluto al hecho de tomar apuntes en clase. Esta aparente contradicción se debe a que dicho formato resulta más cómodo de cara a plasmar los conocimientos en un examen. A su vez, es un método extendido y con el cual el alumnado ha trabajado frecuentemente a lo largo de su trayectoria escolar, por lo que, en muchos casos, se sienten familiarizados y cómodos recibiendo lecciones expositivas y tomando apuntes. Tanto es así, que este formato está reconocido por los estudiantes por ser efectivo de cara a conseguir el aprobado, a pesar de que no sea de su agrado. De igual manera, el alumnado es plenamente consciente de que las clases basadas únicamente en lecciones magistrales comprometen su capacidad de obtener un aprendizaje significativo y una comprensión real de los contenidos en ciencias (Sáez, 2000; Sateler, 2009).

Por otra parte, autores como Agbulu & Idu (2008) dan un valor positivo a las lecciones de carácter expositivo. Para ellos, estas lecciones se basan en explicaciones verbales de ideas o conceptos cuyo objetivo es presentar dicha información de forma directa. También añaden que, a pesar de que este método compromete la participación, también está asociado a una mejor captación de conocimientos nuevos para el alumnado. Según Taber (2018), el uso de nuevas metodologías para enseñar ciencias es necesario, pero no descarta el enfoque expositivo y recalca el valor de recibir una lección magistral por parte de un profesor comprometido y entusiasta de su campo de conocimiento.

Llegados a este punto, y atendiendo a las conclusiones de diferentes autores (Agbulu & Idu, 2008; Bruner, 2009; Sáez, 2000; Sateler, 2009; Taber, 2018) se debe valorar la

posibilidad de desarrollar una metodología ecléctica que avale un enfoque expositivo de los conocimientos, a la vez que permita la participación del alumnado a lo largo de la lección.

3.1.1. Enfoque participativo

La participación en el aula se traduce como la implicación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, que afecta de igual forma al aprendizaje de los compañeros y compañeras en el aula. La interacción puede ser pasiva, si se hace de manera mecánica, o activa, si se produce una mayor implicación (Agbulu & Idu, 2008). A su vez, Sateler (2009) considera que, atendiendo a la realidad del aula, la participación activa no siempre se tiene en cuenta y no suelen existir procesos que permitan al alumnado involucrarse más allá de escuchar o tomar apuntes durante la lección.

Bruner (2009) indica que los motivos para aprender deben dejar de ser pasivos. Recomienda dejar de mantener al estudiante en estado de espectador y, por el contrario, incentivar el interés por aquello que se va a enseñar. Aclara que dicho interés debe mantenerse de modo amplio y diversificado durante toda la etapa educativa.

De tal manera, existe literatura que respalda la implantación de una metodología que dé cabida a la participación activa a lo largo de una lección expositiva, demostrando que el grado de motivación y aceptación del alumnado hacia la asignatura se ven claramente beneficiados (Agbulu & Idu, 2008; Bruner, 2009; Sáez, 2000; Sateler, 2009; Taber, 2018).

3.2. Uso de herramientas gráficas/multimedia

Se ha de tener en cuenta que el currículo educativo en secundaria, que tiene como referencia legislativa el [Real Decreto 1105/2014](#), incluye las características generales que ha de tener el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para la asignatura de Biología y Geología el currículo oficial integra la formulación de objetivos educativos, los contenidos a impartir, la utilización de recursos didácticos, la metodología y la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. También es necesario realizar un análisis de los resultados de dicho proceso para poder incorporar mejoras al desarrollo del currículo educativo (Martínez-Jiménez *et al.*, 2005). La aplicación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en asignaturas de carácter científico desempeña un papel cada vez más importante a la hora de comprender dicho currículo. Estas herramientas tienen el potencial de dar nuevos accesos a la información, así como de favorecer la comunicación y la motivación del alumnado. Al mismo tiempo, su uso plantea la necesidad de revisar la metodología y la estrategia educativa a emplear (Martínez-Jiménez *et al.*, 2005).

La integración de herramientas multimedia en el aula, como imágenes, animaciones o videos ha sido ampliamente estudiado por diferentes autores en las últimas décadas (Baddeley, 1999; Clark, 1994; Mayer, 1999; Mayer & Moreno, 2002; Prieto & Haquin, 2015; Yubero, 2010). El término “multimedia” está definido por la [RAE](#) como: “Adjetivo que se atribuye a algo que utiliza conjunta y simultáneamente diversos medios, como imágenes, sonidos y texto, en la transmisión de una información”.

Mayer & Moreno (2002) van más allá e indican que también se puede entender según las diferentes modalidades sensoriales, modos de representación de la información o medios de entrega que usen. Concluyen definiendo el término “multimedia” como las diferentes modalidades por las que una animación, video o imagen se procesa en el canal visual/gráfico y las diferentes modalidades con las que una narración se procesa por el canal auditivo/verbal.

Al uso de herramientas multimedia se le atribuye un gran potencial para mejorar el proceso de aprendizaje (Mayer, 1999; Mayer & Moreno, 2002; Prieto & Haquin, 2015; Rigo, 2014; Yubero, 2010). En entornos educativos en los que se hace uso de estas herramientas, el alumnado se ve expuesto a material verbal al igual que a material gráfico. El material verbal viene dado por el uso de texto en la pantalla o pizarra, así como por las explicaciones orales del profesorado. Por otro lado, el material gráfico incluye dos variantes: el material estático, como fotos o ilustraciones; o el material dinámico, como videos o animaciones. Una de las formas de representación gráfica con mayor potencial en el aula, y que será desarrollada en mayor medida en el presente estudio, son las animaciones, que tienen la capacidad de simular el movimiento del objeto que representan (Mayer & Moreno, 2002).

Las animaciones han sido popularmente concebidas como una forma de entretenimiento, por su atractivo gráfico y ser visualmente llamativas, usadas de forma frecuente en dibujos animados o en series televisivas. Este motivo ha llevado a varios autores a dudar de su potencial didáctico (Clark, 1994; Kozma, 1994). A pesar de que ellos no pudieron asegurar que dichas herramientas tengan algún efecto en la eficiencia del aprendizaje; sí coincidieron en la idea de que es necesaria su revisión a la hora de integrarlas en el aula. Esta conclusión se complementa con lo que Mayer & Moreno (2002) y Martínez-Jiménez *et al.*, (2005) dan a conocer en sus investigaciones; las herramientas gráficas tienen un prometedor potencial didáctico, siempre y cuando sean usadas de forma meditada. Para ello, es necesario diseñar una estrategia metodológica adecuada para introducir las en el entorno educativo.

A la hora de realizar dicha estrategia metodológica y diseñar materiales didácticos haciendo uso de herramientas multimedia, se debe tener en cuenta la forma en la que el alumnado aprende.

3.2.1. La Teoría de la entrega de información en el aprendizaje multimedia

Esta teoría señala que las herramientas multimedia sirven para agregar información a la memoria del alumnado. El rol del docente es presentar la información con palabras, imágenes, animaciones etc..., mientras que el rol del estudiante es captar dicha información. El fundamento de esta teoría lo marcan las necesidades individuales de cada estudiante. Mientras que algunos encuentran más estimulante y motivadora la captación de contenido gracias a presentaciones con elementos visuales, otros prefieren recibir contenidos verbalmente, mediante la exposición oral del profesor. Así pues, esta teoría demuestra ser efectiva al integrar ambas opciones, beneficiando a ambos tipos de alumnado, que podrán elegir la ruta que más se acomode a sus preferencias cognitivas (Mayer, 1999; Mayer & Moreno, 2002).

3.2.2. Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia

Una alternativa que a la vez completa la anterior teoría sostiene que el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el alumnado construye representaciones o modelos mentales del conocimiento a estudiar (Baddeley, 1999; Mayer & Moreno, 2002). La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia se basa en tres posibles supuestos:

- Suposición de doble canal. Argumenta que el alumnado es capaz de adquirir conocimientos por dos canales separados. Uno para procesar estímulos visuales y otro para estímulos auditivos y verbales (Baddeley, 1999).
- Suposición de capacidad limitada. Con esta idea se sugiere la posibilidad de que solo una cantidad limitada de información puede ser procesada de manera activa en cada canal al mismo tiempo (Baddeley, 1999).
- Procesamiento activo. Este supuesto expone la posibilidad de que el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el alumnado se involucra en procesos cognitivos para crear y organizar una representación mental coherente de los diferentes modelos. Para acabar, integrar la nueva información con los conocimientos ya existentes en su memoria a largo plazo sería sinónimo de haber obtenido un aprendizaje significativo (Mayer, 1999).

Así pues, según esta teoría, al realizar una presentación multimedia en el aula, la narración es captada por el sistema auditivo del alumnado, el cual selecciona solo algunas de las palabras escuchadas. Estas palabras son representadas y organizadas en su mente, creando un modelo verbal en su memoria. El mismo proceso ocurre con el estímulo visual, que llega a generar un modelo gráfico en la memoria del alumnado con algunas de las imágenes o animaciones mostradas (Figura 2).

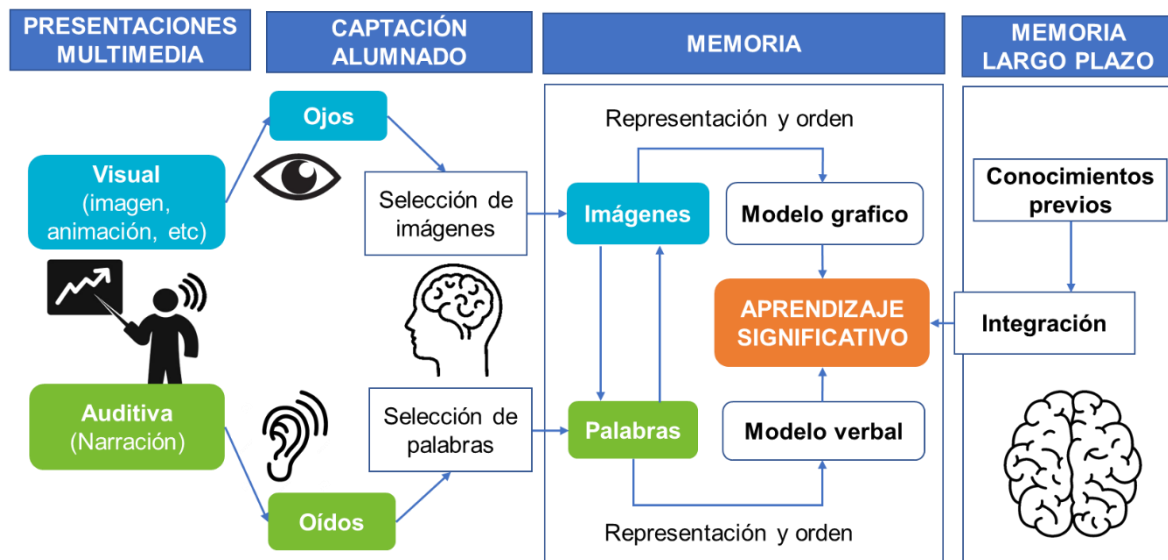


Figura 2: Esquema de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia basada en sus 3 supuestos.

Basándose en las mencionadas teorías, Mayer & Moreno (2002) aclaran que en las lecciones que integren elementos multimedia con la exposición narrada del profesorado tienen más posibilidades de conducir a un aprendizaje significativo y a una mejor captación de los contenidos por parte del alumnado. En esta misma línea, Rigo (2014) encuentra en el uso de imágenes un recurso pedagógico que contribuye a la comprensión de contenidos más abstractos y difíciles de interpretar, así como incentivar la motivación y mejorar la actitud del alumnado. Esto es debido a la mejora en la atención y a la facilidad para entender conceptos científicos abstractos presentados de forma gráfica. Alonso-Fernández (2016) también atribuye a estas herramientas un alto valor motivacional por su capacidad para despertar curiosidad e inquietudes científicas en el alumnado. En su estudio, Martínez-Jiménez *et al.* (2005) coinciden con los anteriores autores y recalcan la capacidad de las herramientas multimedia para desempeñar diferentes funciones formativas. En su estudio indican que estas herramientas permiten desarrollar destrezas de carácter intelectual necesarias para la formación integral del alumnado, además de los conocimientos específicos que adquieren en dicha asignatura. Recalcan el desarrollo de la capacidad indagadora y la curiosidad del alumnado, al

mostrarles de forma atractiva conceptos científicos, lo cual se traduce en la mejora del autoaprendizaje, la motivación y la alfabetización científica.

3.3. Actividades para potenciar/ejercitar la creatividad

La [RAE](#) define a una persona creativa como: “persona que posee la capacidad de crear o inventar”. Como se presenta en el planteamiento de este Trabajo Final de Master, autores como Alonso-Fernández (2016) y Robinson (2011) señalan que la actual sociedad de la información y del conocimiento demandan profesionales con estas características. Al actual alumnado se le pedirá en un futuro aportar soluciones innovadoras y creativas a las nuevas dificultades que esta sociedad propone. Otras autoras, como García & Matkoic (2012) describen en su estudio la creatividad como “la capacidad humana para formar nuevas ideas y nuevos proyectos”.

Algunos autores sostienen que uno de los principales problemas en el estudio de ciencias es que, en la gran mayoría de los casos, las clases de estas asignaturas se basan en la memorización de datos complejos e inconexos que, por lo general, tienden a desmotivar al alumnado (Sáez, 2000; Sateler, 2009). De forma añadida, año tras año, la aparición de avances científicos es cada vez más frecuente, haciendo que la cantidad de conocimientos científicos disponibles este aumentado exponencialmente (García & Matkoic, 2012).

Resulta, por tanto, evidente que esta ingente cantidad de conocimientos científicos es imposible de memorizar en su totalidad. Más aun, teniendo en cuenta las aportaciones diarias y actualizaciones de avances científicos. En este sentido, el criterio del profesorado y lo indicado en el currículo oficial de secundaria (B.O.C.M. 18, pp. 10-309) se puede considerar como una base de gran valor para determinar qué contenidos son de especial relevancia en cada etapa educativa. Así pues, se debe trabajar en el aula el uso del razonamiento y la creatividad. Al aportarles dichas competencias, el alumnado tendrá las herramientas para emprender la búsqueda de nuevas soluciones, usando como base los conocimientos ya adquiridos. Aquí radica la importancia de potenciar el pensamiento creativo en ciencias (Alonso-Fernández, 2016; Huertas & Agudo, 2003; García & Matkoic, 2012).

Albert Einstein dejó una valiosa cita muy ligada a este argumento. En respuesta a la pregunta: “¿Confía más en su imaginación que en su conocimiento?” de la entrevista de Viereck (1929), él respondió: “Tengo lo suficiente de un artista como para expresar libremente lo que mi imaginación produzca. La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado. La imaginación abarca el mundo”.

Las autoras García & Matkoic (2012) añaden en su artículo que el pensamiento creativo se basa en un proceso mental que nace de la imaginación y que actividades como el dibujo se antojan como buenas herramientas para estimularlo.

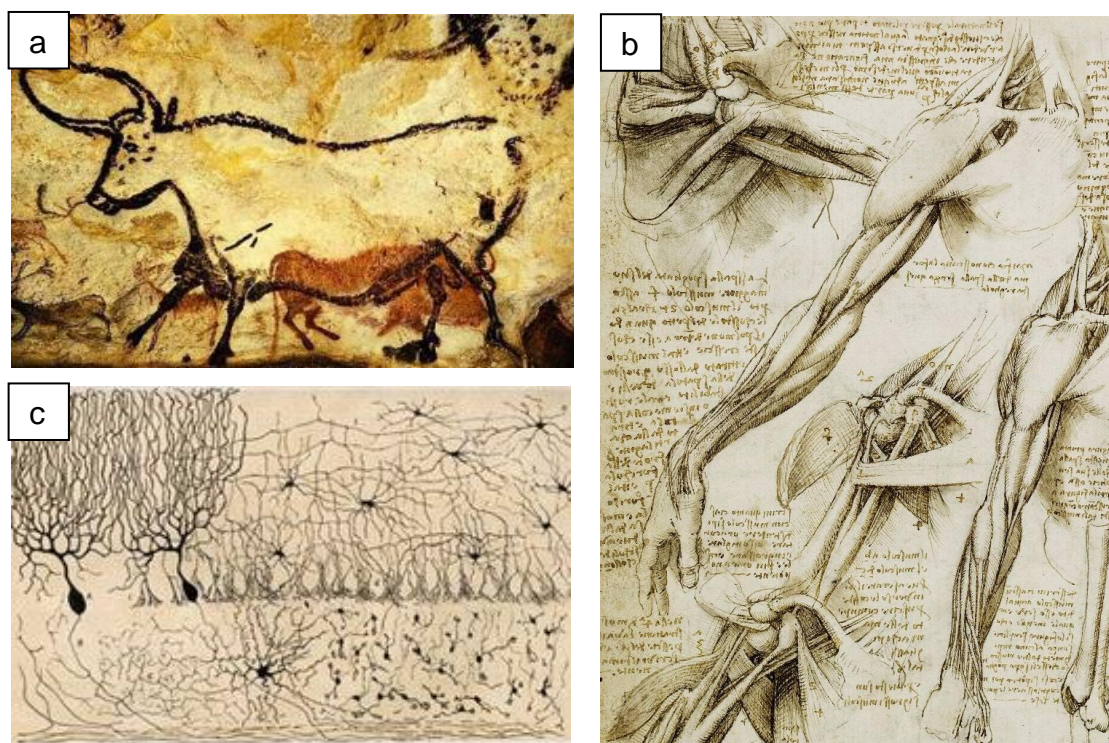


Figura 3: *Diferentes representaciones gráficas a lo largo de la historia: a) Pinturas rupestres. Arte paleolítico superior. Fuente: Grilli et al. (2015). b) Estudio de los músculos del hombro. Fuente: Leonardo da Vinci – Royal Collection Trust Her Majesty Queen Elizabeth II 2013 (Crespo Fajardo, 2014). c) Ilustración realizada por Cajal de una preparación histológica. Fuente: Cajal (1888).*

El uso de dibujos como forma de comunicación gráfica del mundo que nos rodea, y más concretamente en las Ciencias Naturales, ha estado presente de una forma u otra a lo largo de la historia de la humanidad. Desde la representación de la fauna Paleolítica de hace 40.000 años dibujadas por los primeros *Homos sapiens* en las paredes de las cuevas en las que se refugiaban (Grilli *et al.*, 2015) (Figura 3.a); pasando por los esquemas anatómicos de Leonardo da Vinci, de una asombrosa exactitud (Crespo Fajardo, 2014) (Figura 3.b); hasta los dibujos del sistema nervioso elaborados por el científico Ramon y Cajal, que supusieron el origen del descubrimiento de la neurona tal y como la conocemos hoy en día (Cajal, 1888; De Felipe, 2005) (Figura 3.c). Por este motivo, autores como Grilli *et al.* (2015) sostienen que la enseñanza de asignaturas de ciencias no puede realizarse al margen de la creatividad artística y de las representaciones gráficas que esta conlleva.

Otros autores (Bruner, 2009; Narváez, 2002) añaden que el alumnado tiene mayor facilidad para establecer comunicaciones con el mundo que le rodea y conseguir un

entendimiento del mismo gracias a actividades con las que puedan implicarse y realizar un seguimiento activo de la clase, como el dibujo.

Una de las famosas cita de Ramón y Cajal decía que “el buen dibujo, como la buena preparación microscópica, son pedazos de la realidad, documentos científicos que conservan indefinidamente su valor y cuya revisión será siempre provechosa, cualesquiera que sean las interpretaciones a que haya dado origen” (De Felipe, 2005).

Por tanto, la literatura existente proporciona un marco teórico que avala el uso de producciones gráficas de elementos relacionados con las ciencias por parte del alumnado. Numerosos autores (Bruner, 2009; García & Matkoic, 2012; Narváez, 2002; Márquez, 2002) consideran beneficiosa su implantación en el entorno educativo y animan a otros docentes a incorporarlas en sus programaciones al tratarse de una forma de trabajar competencias transversales.

4. OBJETIVOS

Con el presente Trabajo Final de Master se pretenden alcanzar y evaluar la consecución de los siguientes objetivos:

1. Diseñar e incorporar una metodología que mejore la motivación y con ella la actitud de los alumnos hacia asignaturas del ámbito científico.
2. Evaluar si la metodología activa-motivadora mejora el rendimiento académico del alumnado en comparación con los resultados obtenidos mediante una metodología tradicional.

5. METODOLOGÍA

5.1. Descripción del grupo experimental. El centro y sus alumnos.

El presente Trabajo final de Master se desarrolló durante el periodo de prácticas del Master universitario en Formación del Profesorado. Dicho periodo tuvo lugar en el Instituto de Educación Secundaria Domenico Scarlatti de Aranjuez, durante los meses de enero a marzo de 2020.

En el presente curso 2019/2020 el centro cuenta con un total de 1018 alumnos, repartidos entre todas las etapas y cursos de la ESO, FP y Bachillerato. 150 alumnos se reparten en las 5 líneas que el centro oferta para 1º de la ESO. De ellos, los 72 alumnos que formaron parte del grupo experimental en este estudio, corresponden a las 3 clases de sección bilingüe inglesa, A, C y D (Equipo directivo, 2019). La distribución de las clases fue de 19 alumnos de 1º A, 29 alumnos de 1º C y 24 alumnos de 1º D.

El presente Trabajo de Fin de Master se desarrolló en base a los contenidos de la unidad didáctica (UD) *Los invertebrados*. Contenidos definidos por el Decreto 48/2015, del 14 de mayo, en el Bloque 3: la biodiversidad del planeta tierra. (B.O.C.M. 18, pp. 10-309). Se alternaron en el tiempo las dos estrategias metodológicas: la activa-motivadora y la tradicional en la presentación de contenidos de los diferentes filos.

5.2. Organización temporal

La planificación de la UD *Los invertebrados* se ajustó a 7 sesiones lectivas. Como cada grupo de 1º de la ESO cuenta con 3 sesiones semanales de la asignatura Biología y Geología la fase de toma de datos e implantación de la metodología se prolongó a lo largo de 3 semanas (Tabla 1: *Horario semanal para temporalización de cada grupo durante 3 semanas*

Tabla 1: Horario semanal para temporalización de cada grupo durante 3 semana.

Semana 1 - del 27 al 31 de enero Semana 2 - del 3 al 7 de febrero Semana 3 - del 10 al 14 de febrero				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	1ºC sesiones 1-4-7		1ºA sesiones 3-6	
1ºA sesiones 1-4-7	1ºD sesiones 1-4-7		1ºC sesiones 2-5	
Recreo				
			1ºD sesiones 3-6	
		1ºD sesiones 2-5		1ºC sesiones 3-6
		1ºA sesiones 2-5		

5.3. Secuenciación de metodologías dentro de la UD y diseño del estudio

A la hora de abordar la UD se planteó, en el marco de la programación del Departamento, el estudio de 4 filos de invertebrados: Poríferos, Cnidarios, Platelminfos y Nematodos. Cada uno de estos filos se desarrolló en su correspondiente sesión, siendo estas distribuidas de la siguiente forma y que aparece detallado en la tabla 2:

- Sesión 1: Introducción a los invertebrados.
- Sesión 2: Poríferos.
- Sesión 3: Cnidarios.
- Sesión 4: Platelminfos.
- Sesión 5: Nematodos.
- Sesión 6: Repaso y corrección de ejercicios.
- Sesión 7: Evaluación final y encuesta anónima.

Se impartieron 4 sesiones intermedias para el estudio de los contenidos de cada filo. Estas sesiones fueron diseñadas para ser estudiadas mediante una metodología diferente, alternando así el método didáctico. Dos de las sesiones se estudiaron según metodología activa-motivadora y las otras dos según metodología tradicional (Tabla 2).

Tabla 2: Secuenciación metodologías por sesiones.

Sesión 1: Introducción invertebrados	Sesión 2: Poríferos	Sesión 3: Cnidarios	Sesión 4: Platelmintos	Sesión 5: Nematodos	Sesión 6: Repaso	Sesión 7: Evaluación final Encuesta anónima
Introducción invertebrados	Metodología activa motivadora	Metodología tradicional	Metodología activa motivadora	Metodología tradicional		

La metodología para mejorar la motivación del alumnado se incorporó durante la sesión 2 y la sesión 4 de la UD, para los filos Poríferos y Platelmintos. La metodología tradicional se usó en la sesión 3 y la sesión 5, para los filos Cnidarios y Nematodos.

El enfoque de la UD se basó en la comparación anatómica y funcional de cada filo de invertebrados. Esto permitió una cierta homogeneidad en los contenidos a impartir de cada filo, lo que facilitó la comparación entre sesiones y, por tanto, de metodologías. Para cada invertebrado se estudió por igual: la morfología interna y externa; evolución; tipo de simetría; hábitat; aparato digestivo; aparato respiratorio; aparato circulatorio; aparato excretor; órganos de relación; reproducción y algunas especies representativas del filo. De tal manera, las sesiones, a pesar de usar diferente metodología, constan de las mismas pautas y contenidos análogos. Otra característica que permite su comparación es que estos filos de invertebrados no entrañan excesivas diferencias entre ellos, ya que son los primeros dentro de la escala evolutiva del reino metazoo. Por lo tanto, y atendiendo a la homogeneidad de los contenidos dentro de esta UD, se consideró adecuado realizar un análisis comparativo de los datos en función del método didáctico que se usó para su estudio.

5.4. Desarrollo de cada sesión

Las sesiones de estudio de filos dentro de la UD fueron de la 2 a la 5. Cada sesión se desarrolló tal y como se detalla a continuación (Tabla 3).

Tabla 3: Desarrollo de cada sesión.

Sesión 2 y sesión 4 Filos Poríferos y Platelmintos Metodología activa-motivadora	Sesión 3 y sesión 5 Filos Cnidarios y Nematodos Metodología tradicional
Evaluación inicial con Plickers (10 min)	Evaluación inicial con Plickers (10 min)
Video imágenes iniciales del filo (5 min)	Toma de apuntes y explicación del filo (35 min)
Actividad de dibujo guiado (10 min)	
Explicación del filo (20 min)	
Repaso final características del filo (5 min)	Repaso final características del filo (5 min)

Cada sesión de 50 min comenzó con un pre-test, para:

- 1- Determinar los conocimientos iniciales del alumnado y utilizarlo como punto de partida para construir su aprendizaje.
- 2- Comparar los resultados obtenidos con la evaluación final y así cuantificar el aprendizaje conseguido.

Las actividades intermedias fueron las correspondientes a cada metodología y en las que se aprecia el mayor cambio entre sesiones.

El repaso final, recapitulación de las características del filo estudiadas, sirvió al alumnado para organizar y afianzar los conocimientos recién adquiridos.

5.5. Estrategias metodológicas

Para cumplir los objetivos del presente Trabajo Final de Master fue necesario diseñar dos estrategias metodológicas diferentes.

5.5.1. Diseño e implantación de metodología activa-motivadora

Con el fin de llevar a cabo los objetivos planteados en el presente Trabajo de Fin de Máster, se diseñó una metodología basada en pautas escogidas a partir del marco teórico que otros autores han dado a conocer en sus estudios, además del Decreto 48/2015 y el anexo a la Recomendación del Parlamento Europeo (B.O.C.M. 18, pp. 10-309; Comunidades Europeas, 2007). Se detallan a continuación.

1. Siguiendo las indicaciones de autores como Sáez (2000) y Agbulu & Idu (2008) se diseñó una metodología para motivar al alumnado a tener una **implicación activa durante el desarrollo de las sesiones**. Para ello, y sin renunciar a las ventajas que autores como Taber (2018) atribuyen a las clases expositivas, a la vez que se presentaban los conocimientos se animó a los estudiantes a realizar preguntas y desarrollar sus propias ideas. A lo ahora de implantar esta metodología, el profesor apoyó su exposición entablando diálogos con el alumnado, haciendo que la comunicación fuese bidireccional. Así pues, con esta dinámica se animó constantemente al alumnado a responder a preguntas que sirvieron para introducir nuevos contenidos o repasar los ya adquiridos. Esto se hizo con el fin de mantener al alumnado reactivo ante los estímulos que el profesor les ofrece, implicar al alumnado en su propio proceso de aprendizaje y activarles a nivel cognitivo, en contraposición a otras metodologías que les hacen meros agentes pasivos.
2. El diseño de esta metodología también apuesta por la **inclusión de herramientas como animaciones, videos e ilustraciones**, que amplíen las rutas de captación de información por parte del alumnado (Baddeley, 1999). Para la elaboración del material didáctico basado en dichas herramientas, se siguieron las aportaciones que los autores Mayer & Moreno (2002) dan en su estudio acerca de las teorías del aprendizaje multimedia. Para el diseño y elaboración de los materiales didácticos usados en las sesiones correspondientes a esta metodología (sesión 2: Poríferos y sesión 4: Platelminos), se optó por usar animaciones e ilustraciones de elaboración propia. Las animaciones se usaron para mejorar la comprensión de conceptos complejos que se hacen más accesibles con una referencia gráfica. Algunos de ellos fueron: el proceso de cefalización en Platelminos, el flujo de agua dentro de los Poríferos o la reproducción asexual.

3. En las sesiones en las que se incorporó esta metodología activa-motivadora se propuso una **actividad de dibujo de invertebrados**, que permite trabajar competencias transversales como la creatividad y la observación (Márquez, 2002). Para ello, se diseñaron unas fichas (ANEXO I) de los filos Poríferos y Platelmintos. Siguiendo las indicaciones del profesor y una referencia atenuada, el alumnado dibujó la morfología y disposición de las estructuras externas e internas (Figura 4). La referencia atenuada sirvió de apoyo para aquellos estudiantes más inseguros de sus cualidades artísticas. A la vez que se dibujaban las diferentes estructuras apoyándose en las fichas, se procedió a su explicación de algunas de las características, amenizando el proceso de aprendizaje y dando coherencia a los contenidos asociados a la morfología del invertebrado. Se pretendió que esta actividad fomentara la participación activa del alumnado, mostrando métodos diferentes de aprendizaje más allá de técnicas de memorización (Sáez, 2000; Steinmann *et al.*, 2013).

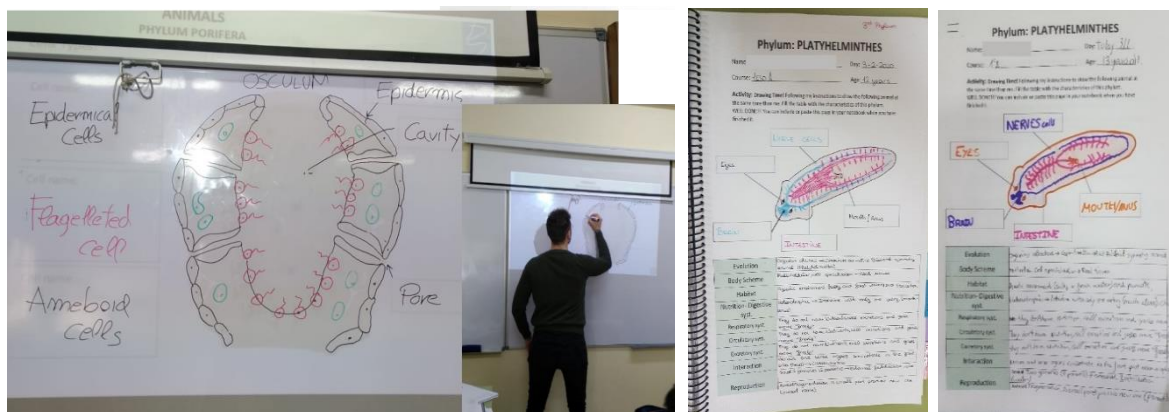


Figura 4: Fotografía tomada durante el desarrollo de la actividad de dibujo para Poríferos. Ejemplo de fichas realizadas por el alumnado para el filo Platelmintos.

5.5.2. Diseño de metodología tradicional

La segunda metodología que se usó a lo largo de la UD fue una metodología más tradicional, basada en clases en las que la participación del alumnado se limitó a la toma de apuntes y a la formulación de preguntas puntuales. Los filos de invertebrados estudiados bajo el marco de esta metodología (sesión 3: Cnidarios y sesión 5: Nematodos) se apoyaron en la exposición y escritura en la pizarra por parte del profesor (Figura 5). También se hizo uso de materiales didácticos cedidos por la tutora del centro. La finalidad de esta metodología fue la de emular la dinámica de estudio previamente usado por el alumnado en la asignatura de Biología y Geología.

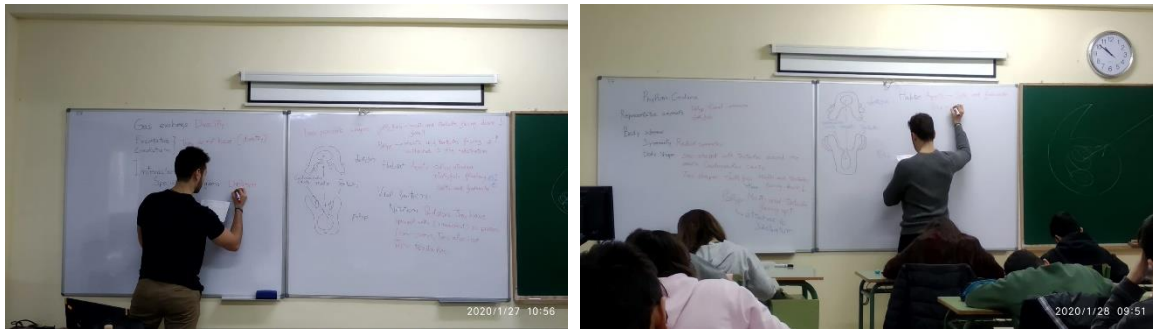


Figura 5: Fotografía tomada durante el desarrollo de una sesión con metodología tradicional.

5.6. Recursos didácticos

Los recursos didácticos se diferencian en función de la metodología para la que fueron diseñados

5.6.1. Recursos didácticos usados en metodología activa-motivadora

Los siguientes materiales didácticos se crearon durante la semana previa al inicio de las sesiones de enseñanza de la UD. Se optó por la elaboración propia de las ilustraciones y animaciones usadas en esta metodología. Así se evitó vulnerar derechos de autoría de otros creadores, y además, pude adaptar los contenidos a las necesidades de mi alumnado. Esto me permitió desarrollar mis conocimientos en creación de materiales didácticos y aportar un rasgo personal al diseño de la metodología activa-motivadora.

Los contenidos para el apartado 2: Poríferos y el apartado 4: Platelmintos, se adaptaron a partir del libro de texto usado por el alumnado [Oxford Inicia Biology & Geology](#) (Arance & Rosales, 2015) y del libro [Biología y Geología 1º ESO Anaya Digital](#) (Roca et al., 2015). Las animaciones e ilustraciones se elaboraron manualmente y se digitalizaron usando programas de edición gráfica como [Photoshop](#) y [Gimp](#). El proceso para su elaboración consistió en un estudio específico del filo en cuestión a partir de los libros citados anteriormente y mis conocimientos universitarios. A continuación, se realizó una selección de las estructuras internas y externas más interesantes en función del nivel del alumnado. También se consultó con la tutora de prácticas qué procesos resultaban más difíciles de entender al alumnado, para poder desarrollarlos mediante animaciones. Algunos de los procesos que destacaron fueron: flujo de agua dentro de los poríferos, movimiento de los coanocitos en Poríferos (nutrición), reproducción asexual por fragmentación, fecundación externa, cefalización en Platelmintos y difusión e intercambio gaseoso cutáneo. El siguiente paso consistió en realizar en formato papel un boceto de la ilustración a realizar. Una vez se consiguió una primera versión del dibujo de invertebrado, se procedió a digitalizar y dar color a la ilustración usando programas de dibujo digital (Figura 6)

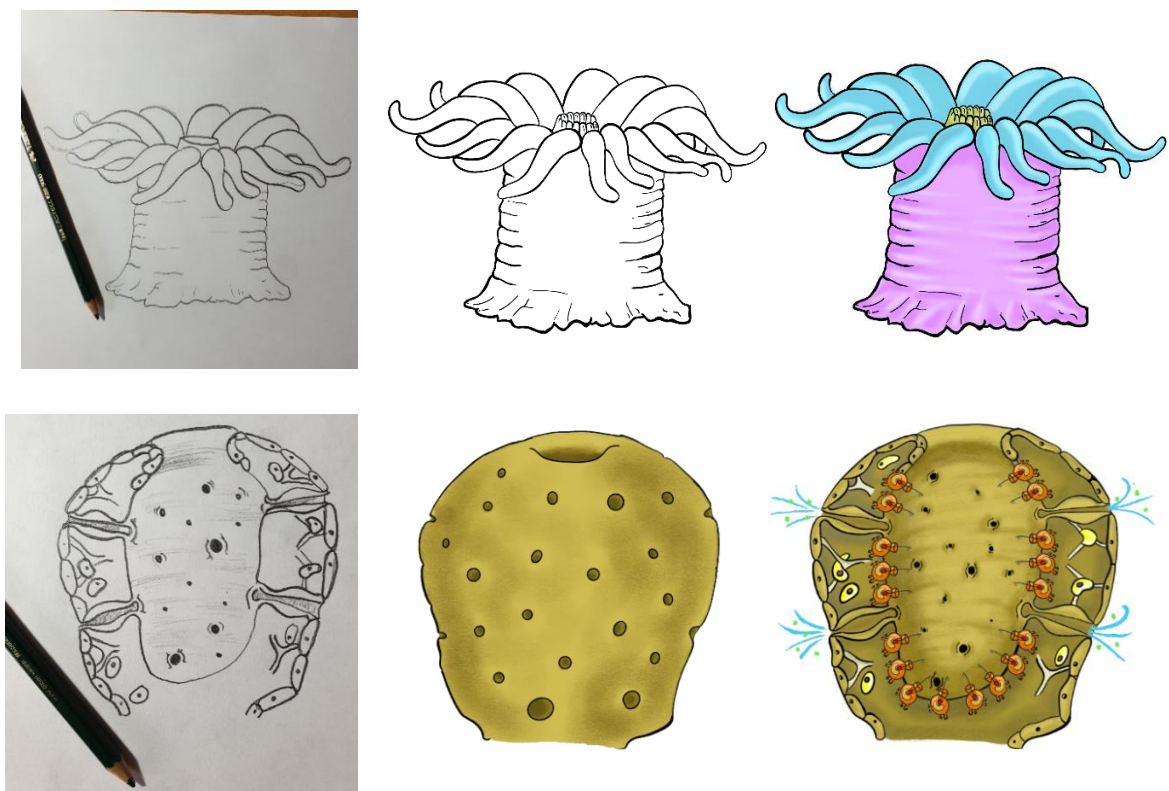


Figura 6: *Proceso de elaboración de las ilustraciones.*

Para la realización de las animaciones, el proceso consistió en crear una secuencia de imágenes, como si de los fotogramas de un video se trataran, y exportarlo en formato GIF (*Graphic Interchange Format*). Este proceso implica que para la elaboración de una animación de apenas unos segundos de duración se deban realizar varias ilustraciones diferentes, teniendo en cuenta el flujo de movimiento que se quiere simular (Figura 7)

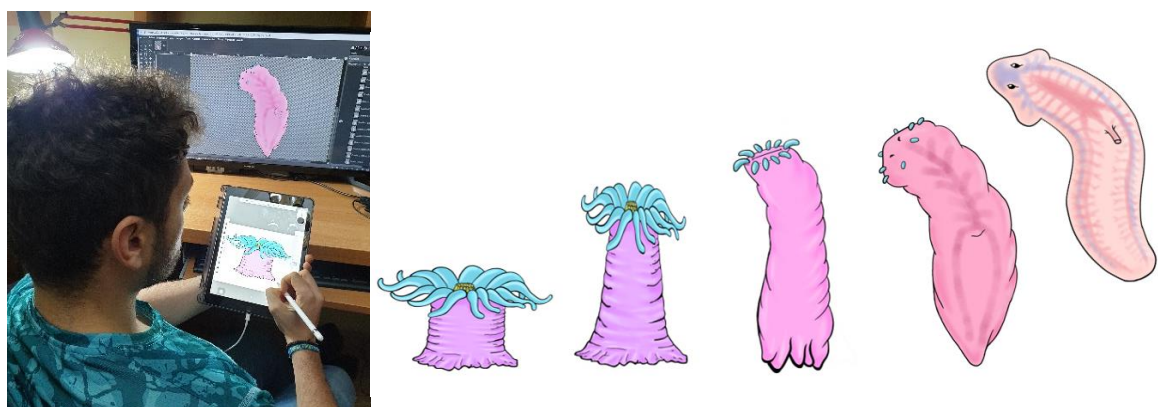


Figura 7: *Elaboración la animación para el proceso de cefalización en Platelminfos.*

Todas estas animaciones e ilustraciones se integraron dentro de presentaciones para apoyar las sesiones expositivas de la metodología activa-motivadora. Durante la presentación se abordaron todas las pautas correspondientes al estudio de cada filo: la morfología interna y externa; evolución; tipo de simetría; hábitat; aparato digestivo; aparato respiratorio; aparato circulatorio; aparato excretor; órganos de relación; reproducción y algunas especies características del filo. De forma añadida, se cuidó el diseño para que fuera llamativo y agradable, con el objetivo de mejorar la percepción del alumnado hacia las asignaturas de Biología y Geología (Figura 8).

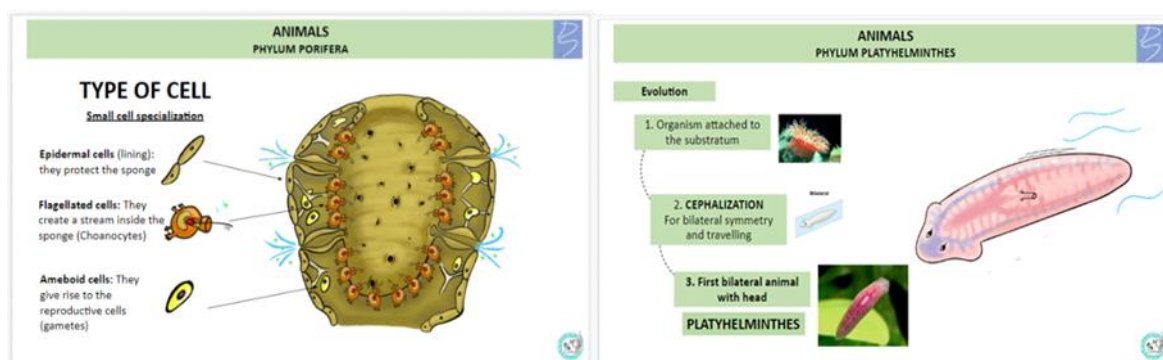


Figura 8: *Formato de presentación para metodología activa-motivadora.*

El acceso a los recursos elaborados para desarrollar la unidad didáctica están disponibles a través del siguiente enlace: <https://drive.google.com/drive/folders/1c1wNUS2eTZwT7y-UVGcxWldBcEoZUOoZ>

Para la actividad de dibujo también fue necesario diseñar materiales didácticos específicos que consistieron en una ficha para el alumno (ANEXO I). Este material en papel se repartió al comienzo de la actividad y sirvió para aportar una referencia inicial del dibujo. En dicha ficha, también se añadió una tabla con las características generales del filo que el alumnado completó.

5.6.2. Recursos didácticos usados en metodología tradicional

Los materiales didácticos usados durante las sesiones correspondientes a la metodología tradicional se apoyaron principalmente en el uso del libro asignado para el alumnado [Oxford Inicia Biology & Geology](#) (Arance & Rosales, 2015). También se hizo uso de las presentaciones cedidas por la tutora del centro, y que, a su vez, fueron adaptadas de los contenidos del mismo libro. También se usaron otras fuentes como el libro *Invertebrados*. 2ª edición (Brusca & Brusca, 2005). En la Figura 99 se puede apreciar como los recursos didácticos usados para esta metodología presentaron los contenidos de una forma más densa, con un diseño de diapositivas concebido para que el alumnado pueda tomar

apuntes en su cuaderno, resaltando las palabras clave y organizando la información con esquemas. El uso de ilustraciones para explicar las estructuras de los invertebrados estuvo limitada a dibujos esquemáticos. De igual forma, durante las sesiones con metodología tradicional no se hizo uso de animaciones o videos para apoyar la explicación.

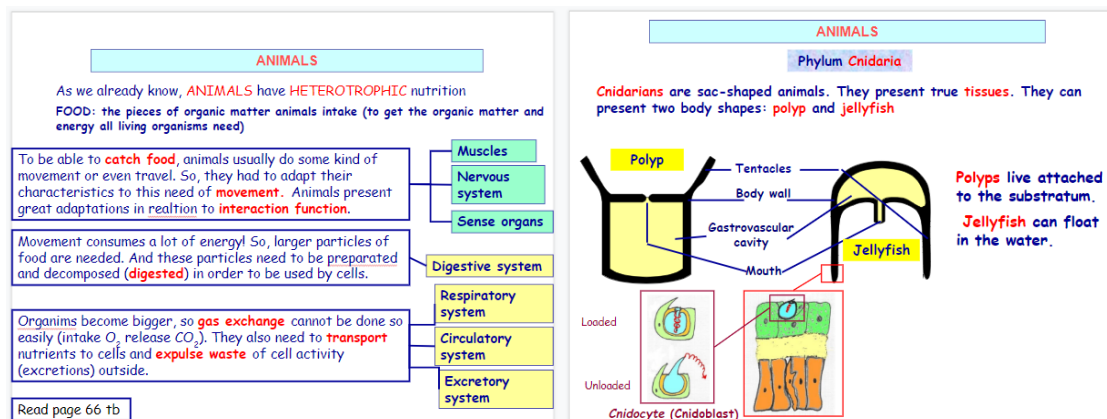


Figura 9: Formato presentación para metodología tradicional. Fuente: presentación cedida por el Departamento de Biología y Geología (IES Domenico Scarlatti)

5.7. Toma de datos y evaluación inicial / final

Los datos de este estudio experimental con diseño pre-test y post-test se obtuvieron gracias a las calificaciones de los 72 alumnos en ambas evaluaciones. Las evaluaciones iniciales se realizaron al comienzo de cada sesión, y consistieron en 10 preguntas de elección múltiple (ANEXO II) en las que se abarcan los aspectos generales de cada filo. Se procuró que el nivel de dificultad y la temática de las preguntas fueran similares entre filos, para reducir posibles sesgos y buscar la mayor homogeneidad para el estudio. Las preguntas de la evaluación final fueron las mismas que las formuladas en la evaluación inicial, pero concentradas en una sola sesión.

Se buscó un método de evaluación que implicara el menor rechazo posible para el alumnado. Por ello, se pensó en hacer uso de las TIC en el aula para realizar la toma de datos, *gamificado* el proceso de evaluación. El término *gamificación* es definido por Zichermann & Cunningham (2011) como: “un proceso relacionado con el pensamiento del jugador y las técnicas de juego para atraer a los usuarios y resolver problemas”. Es decir, se basa en actividades que permiten enseñar y reforzar conocimientos, además de adquirir habilidades como la resolución de problemas, sin comprometer la diversión y disfrute de los usuarios (Espinosa & Eguia, 2016).

Tras colaborar en actividades previas al inicio de la UD con estudiantes de 1º de la ESO, se llegó a la conclusión que el uso de aplicaciones como [Kahoot!](https://www.kahoot.it/) no cumplían con los

requisitos necesarios para este estudio, debido a la falta de disponibilidad de dispositivos móviles para todo el alumnado. Llegados a este punto, se emprendió la búsqueda de una alternativa TIC que no necesitara una gran cantidad de recursos tecnológicos y que, a su vez, se adaptara a las necesidades de una evaluación de estas características.

En este contexto, la aplicación [Plickers](#) destacó por su conveniencia. La ventaja de los cuestionarios usando esta tecnología en comparación con los Kahoot! es que solo es necesario un dispositivo móvil, el del profesor. Se basa en aunar las ventajas de la nueva tecnología de escaneo de códigos con las limitaciones analógicas del aula. A cada alumno se le asigna una tarjeta con un número y un código único. En estas tarjetas (Figura 10.a) aparece dicho número por una cara, que facilitara el reparto de las tarjetas al principio de la sesión, ya que cada alumno tiene un número asignado. Por la otra cara, aparece un código, único por tarjeta y alumno, que permite a la cámara del móvil del profesor saber quién está realizando la respuesta gracias a la tecnología de escaneo.

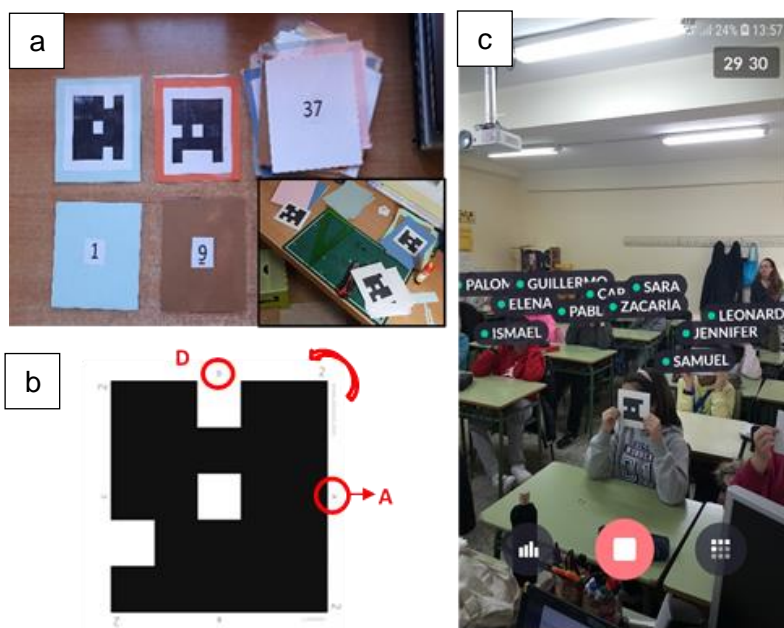


Figura 10: Aplicación Plickers.

- a) Elaboración y resultado final de las tarjetas. b) Detalle asignación de letras y método de uso. c) Captura de pantalla tomada del visor de la aplicación Plickers durante un escaneo simultáneo.

Para formular la respuesta, según la orientación de la tarjeta, tal y como se indica en la Figura 10.b, el alumno será capaz de responder a preguntas de opción múltiple (A, B, C o D). En cada lado del código aparece una letra. El alumnado debe colocar ese dorso en posición vertical. Por ejemplo, la tarjeta individual que se aprecia la en la figura 10.b está marcando la respuesta D (al estar la letra en posición vertical). Si el alumno quisiera marcar la respuesta A, deberá girar la tarjeta tal y como indica la flecha roja.

El tamaño reducido de las letras fue diseñado para evitar copias entre compañeros. Las tarjetas fueron reforzadas con cartulinas de colores y plastificadas para mejorar su atractivo y durabilidad, ya que una misma tarjeta puede ser asignada a varios alumnos si son de diferente grupo/nivel. Para asignar las tarjetas a los alumnos y configurar la aplicación se debe acceder a la página web de Plickers: www.plickers.com. Desde la página web de la aplicación, también se crearon los cuestionarios con las 10 preguntas para cada filo de invertebrados. Durante la actividad, cuya duración aproximada es de 10 min, se debe acceder a esta página web para proyectar el cuestionario (Figura 11). El profesor controla todas las funciones y el escaneo de tarjetas desde la aplicación Plickers en su dispositivo móvil, por lo que puede moverse libremente por el aula.

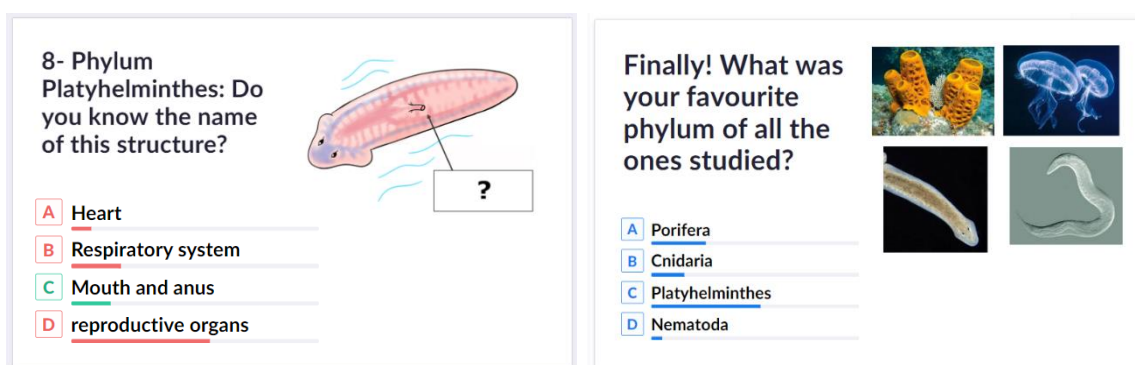


Figura 11: *Formato cuestiones para evaluación inicial/final y encuesta anónima.*

El desarrollo de la actividad comienza con la proyección de la pregunta y la lectura del enunciado y las opciones por parte del profesorado, asegurándose de que los alumnos entienden el vocabulario. A continuación, y tras unos segundos para meditar su elección, se procede al escaneo simultáneo de todas las tarjetas. El escaneo se realiza con una tecnología muy sensible. Las pruebas realizadas en el aula antes de incorporar la aplicación aseguraron la lectura de las tarjetas a 9 m de distancia, permitiendo tomar los datos de varios alumnos a la vez, tal y como se aprecia en la figura 10.c. Gracias a la tecnología de escaneo, en apenas unos segundos, se pueden registrar las respuestas de todo el alumnado del aula (Figura 11).

Así pues, gracias a este formato de evaluación inicial, se pudo conocer de manera instantánea la calificación global de la clase y el resultado individual para las diferentes preguntas del filo. Posteriormente se pudo acceder a la página web de Plickers donde están disponibles los registros de los resultados.

La evaluación final también se realizó usando la aplicación Plickers y las mismas preguntas, con el fin de evitar cambios en el formato de evaluación. De tal manera, en la última sesión de la UD se agruparon las 10 preguntas de cada uno de los 4 filos (ANEXO

II). Para evitar errores asociados a la retención inmediata y favorecer la asimilación de conocimientos se tuvo la precaución de distanciar la última sesión de estudio respecto a la sesión de evaluación, intercalando un fin de semana entre ambas.

Para conocer hasta qué punto esta forma de trabajar con el alumnado les ha permitido desarrollar una actitud positiva hacia la asignatura, también se llevó a cabo una encuesta de conformidad anónima. Se realizó en los últimos 10 min de la sesión de evaluación final. El formato para la toma de datos también se realizó con Plickers. Las cuestiones fueron:

- ¿Crees que has aprendido algo nuevo?
a) *No mucho.* b) *Algunas cosas.* c) *Bastantes cosas.* d) *Muchas cosas.*
- ¿Cómo encuentras más fácil aprender?
a) *Tomando notas.* b) *Dibujando.* c) *Estudiando en casa.* d) *Escuchando al profesor.*
- ¿Cuál fue tu filo favorito de los estudiados?
a) *Poríferos.* b) *Cnidarios.* c) *Platelmintos.* d) *Nematodos.*

5.8. Procesado de los datos obtenidos

Los datos del alumnado quedaron registrados en la página web de la aplicación Plickers y se volcaron en un fichero Excel. Los resultados pre-test y post-test proporcionan las calificaciones de cada estudiante a las preguntas de cada filo. A continuación se calculó la ratio de mejora. Este parámetro consiste en la resta de la evaluación inicial a la final y permite conocer cuánto ha aumentado el porcentaje de acierto en cada filo al término de la UD. Se analizaron los datos numéricos y gráficos creados a partir de la media de los valores absolutos de ambas evaluaciones. Se procedió de igual forma con los resultados de la encuesta anónima.

5.9. Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se expresan con la media y desviación estándar (DE). La comparación de las calificaciones media entre el momento pre-test y post-test se realizó mediante la prueba T de Student de medidas apareadas, rechazando la hipótesis nula a un nivel de significación estadística ($p < 0.05$). El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 21.0.

6. RESULTADOS

6.1. Resultados evaluación inicial y final

De los 72 alumnos se obtuvieron las calificaciones (de 0 a 10) para la evaluación inicial y final de los 4 filos. En total fueron 288 calificaciones, 144 según metodología tradicional y 144 según metodología activa-motivadora. En el análisis estadístico se excluyeron 3 alumnos por no disponer de todas las variables.

Los resultados de las calificaciones obtenidas por el alumnado en ambas evaluaciones de cada filo se muestran en la tabla 4. Se aprecia que la gran mayoría de los alumnos mejoran sus calificaciones en la evaluación final con respecto la evaluación inicial. En la evaluación inicial también se puede apreciar una mayor cantidad de suspensos.

Tabla 4: Calificaciones (0 a 10) para los 4 filos según evaluación inicial o final (n=72).

	Metodología activa-motivadora		Metodología tradicional		Metodología activa-motivadora		Metodología tradicional	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	Porífero	Porífero	Cnidario	Cnidario	Platel.	Platel.	Nemato.	Nemato.
1	7	10	6	8	7	10	6	9
2	2	9	3	8	5	9	2	5
3	4	1	-	3	3	6	4	5
4	3	9	5	8	5	10	3	10
5	5	10	2	7	2	10	4	8
6	2	5	4	7	5	8	3	7
7	4	5	4	3	3	8	4	5
8	3	7	4	9	4	9	4	8
9	2	9	2	8	1	10	5	7
10	3	7	4	6	4	10	4	9
11	4	6	4	6	3	6	6	8
12	4	9	3	8	4	10	3	8
13	5	7	6	9	6	10	5	9
14	1	9	2	8	2	8	3	9
15	4	7	2	9	2	9	5	9
16	4	10	3	7	5	10	6	7
17	6	9	4	10	4	10	2	7
18	1	10	3	10	4	10	3	10
19	5	8	3	8	3	9	3	5
20	3	3	2	2	2	8	3	10
21	2	9	2	9	4	8	4	10
22	4	8	6	10	6	9	4	8

23	3	6	3	7	4	7	2	6
24	5	10	4	10	3	10	6	10
25	3	5	5	9	6	8	0	5
26	4	10	4	9	5	10	6	10
27	3	10	5	9	6	9	8	10
28	3	3	2	7	2	6	2	3
29	2	8	3	9	4	10	3	9
30	4	8	5	7	3	9	4	7
31	4	9	5	9	4	9	6	8
32	5	5	3	0	3	5	3	5
33	3	3	2	8	3	6	1	3
34	4	6	2	7	2	7	4	4
35	5	7	2	6	3	5	1	8
36	4	7	3	6	5	10	7	10
37	5	7	5	6	5	7	6	6
38	6	9	5	9	6	10	5	8
39	3	9	3	7	3	7	7	7
40	4	6	4	6	3	5	4	6
41	5	9	6	8	7	10	5	10
42	3	9	7	9	6	8	4	6
43	5	7	6	8	4	9	4	9
44	3	8	6	9	1	10	3	9
45	5	9	5	10	1	9	5	9
46	4	10	4	8	3	10	4	10
47	3	10	7	9	5	10	8	10
48	4	7	5	6	6	7	4	5
49	3	9	6	8	1	6	5	5
50	4	5	4	6	4	5	4	4
51	4	8	2	7	6	5	5	6
52	4	9	4	7	5	6	4	4
53	3	9	6	6	4	8	7	6
54	5	8	5	5	4	8	6	7
55	3	4	5	3	3	6	5	4
56	2	6	4	9	4	6	4	6
57	5	8	3	8	6	9	5	8
58	6	5	-	4	3	5	3	5
59	4	10	7	10	6	9	6	10
60	3	7	3	6	3	6	4	3
61	3	8	1	6	3	5	3	7
62	6	8	4	7	3	7	5	4
63	2	3	1	5	2	8	4	3
64	7	10	5	8	8	9	6	9

65	3	7	7	6	3	7	3	7
66	3	8	5	8	4	10	4	8
67	5	9	6	10	3	10	6	9
68	0	4	-	1	1	4	5	4
69	0	3	2	3	1	2	2	2
70	0	1	6	4	3	5	4	3
71	3	10	3	9	5	8	3	7
72	2	6	7	6	8	5	5	6

Los resultados del análisis comparativo de medias apareadas de las evaluaciones de cada filo se muestran en la tabla 5. En todos los casos se aprecia una mejoría significativa en los resultados académicos, sin importar la metodología usada.

Tabla 5: Análisis comparativo de medias apareadas pre/post de las calificaciones de cada filo para el conjunto de los alumnos.

Metodología activa-motivadora				
Filo (n)	Media±DE	Diferencia de medias±DE relacionadas	t	p
Porífero (72)				
- Resultado inicial (pre)	3,61±1,39			
- Resultado final (post)	7,46±2,29	3,85±2,26	14,47	<0,001
Platelmintos (72)				
- Resultado inicial (pre)	3,89±1,62			
- Resultado final (post)	8,04±1,84	4,17±2,14	16,55	<0,001
Metodología tradicional				
Cnidarios (69)				
- Resultado inicial (pre)	4,04±1,64			
- Resultado final (post)	7,32±1,75	3,45±2,06	13,89	<0,001
Nematodos (72)				
- Resultado inicial (pre)	4,25±1,67			
- Resultado final (post)	7,09±2,24	2,86±2,18	11,15	<0,001

6.2. Comparación de metodologías

Para evaluar ambas metodologías se muestran los resultados obtenidos en las figuras 12 y 13, que muestran gráficamente las diferencias entre las calificaciones medias y la ratio de mejora comparativamente.

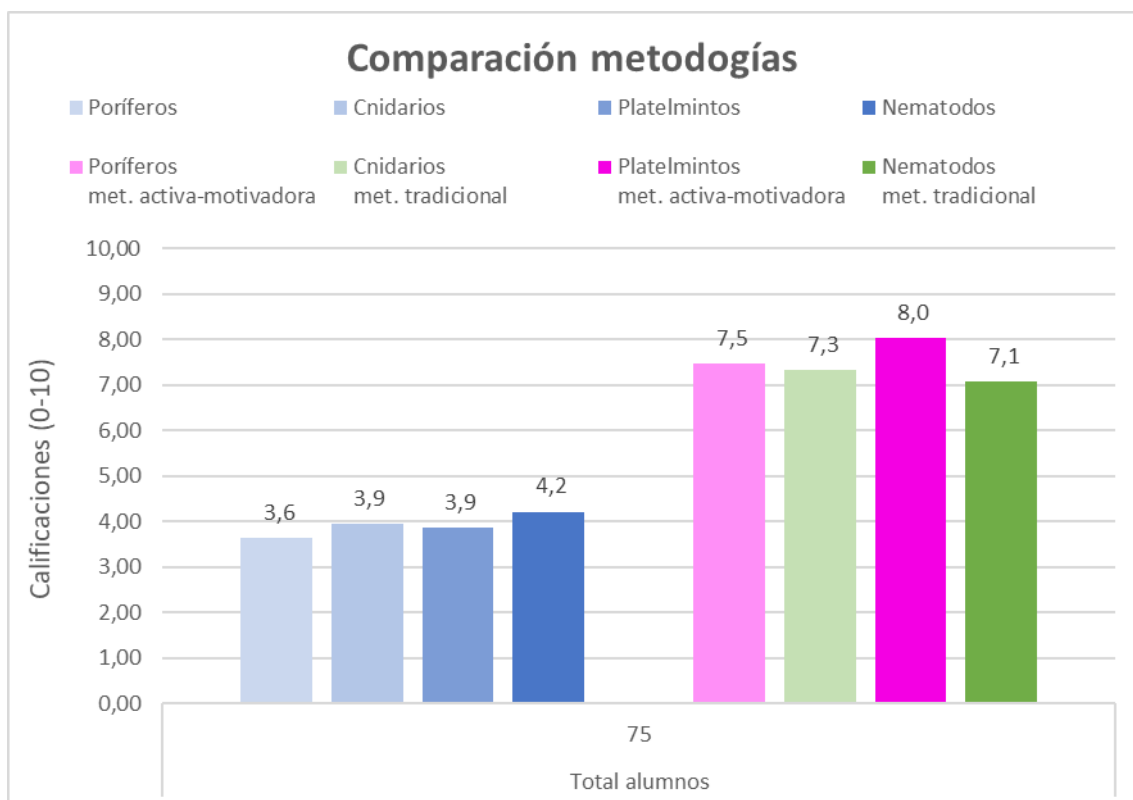


Figura 12: Media calificaciones evaluación inicial y final para todos los filos.

La comparación de los resultados de evaluación inicial y final para todo el grupo muestral aparece en la figura 12. El filo Platelmintos y Poríferos, estudiados usando la nueva metodología propuesta, muestran una calificación media de 8,0 y 7,5 respectivamente. Estas son ligeramente superiores a las calificaciones de los filos estudiados usando la metodología tradicional, Cnidarios (7,3) y Nematodos (7,1). También se puede apreciar un aumento sustancial en las calificaciones en la evaluación final con respecto a la inicial para todos los filos y metodologías. En la evaluación inicial el filo con mejores resultados fue el último estudiado, Nematodos (4,2).

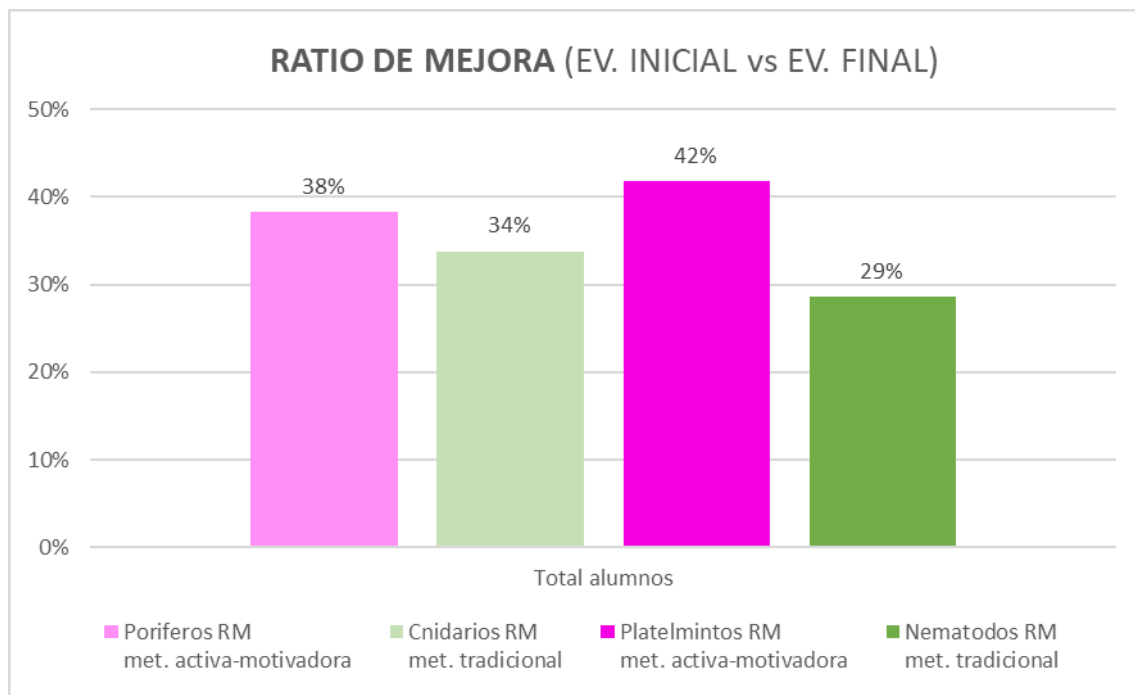


Figura 13: Porcentaje de la ratio de mejora de la evaluación final respecto a la inicial.

La figura 13 muestra la ratio de mejora global para todo el alumnado y filo. Se puede apreciar que la ratio de mejora es más alta para los filos Platelminetos y Poríferos (42% y 38%), en los que se ha usado la metodología activa-motivadora. Los filos estudiados con metodología tradicional, Cnidarios (34%) y el filo Nematodos (29%) tienen ratios de mejora inferiores.

6.1. Resultados encuesta anónima

Los resultados a las preguntas formuladas a los 72 alumnos en la encuesta anónima se presentan en los siguientes gráficos.

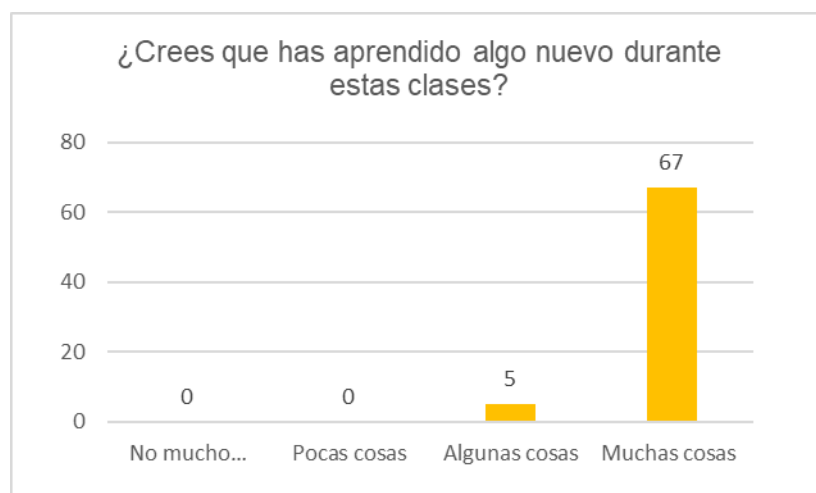


Figura 14: Resultados pregunta 1 encuesta anónima para el total de los alumnos (n=72).

Cuando se preguntó al alumnado cuánto han aprendido en clase, la gran mayoría responde que muchas cosas (67) o algunas cosas (5) (Figura 14).

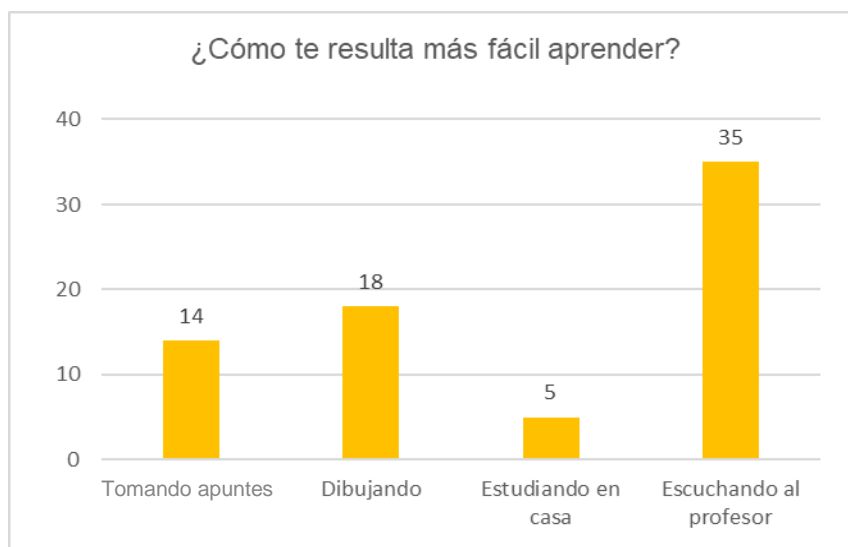


Figura 15: Resultados pregunta 2 encuesta anónima para el total de los alumnos ($n=72$).

La figura 15 da a conocer la opinión del grupo muestral a cerca de la actividad más valorada para facilitar el proceso de aprendizaje. Escuchar al profesor destaca sobre las demás opciones (35), seguida por dibujar (18) y por la toma de apuntes (14). Solo unos pocos estudiantes eligieron la opción de estudiar en casa como preferencia para aprender (5).

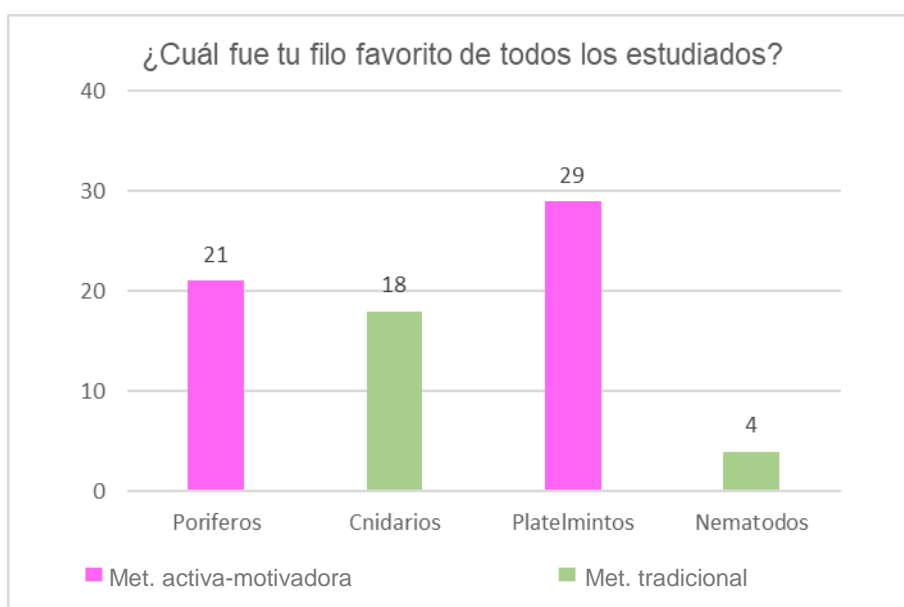


Figura 16: Resultados pregunta 3 encuesta anónima para el total de los alumnos ($n=72$).

En la última pregunta de la encuesta anónima (Figura 16) se aprecia la preferencia del grupo experimental hacia los filos estudiados usando la metodología activa-motivadora. Los filos estudiados con esta metodología, Platelminos y Poríferos, con 29 y 21 opciones respectivamente fueron los más valorados, frente a los filos en los que se usó la metodología tradicional (Cnidarios: 18 y Nematodos: 4).

7. DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los resultados (tabla 5) indicó diferencias significativas en las medias de las calificaciones en la evaluación inicial y final. Estos resultados indican que ambas metodologías favorecen significativamente el aprendizaje del alumnado. Se puede atribuir esta mejora al alto grado de motivación demostrado, ya que de los 72 alumnos sometidos a estudio, 67 respondieron que consiguieron aprender muchas cosas a lo largo de la UD (Figura 14). Este resultado puede indicar aceptación hacia las metodologías utilizadas, ya que, a pesar de ser una encuesta anónima, los estudiantes respondieron de manera positiva a esta pregunta. Atendiendo al primer objetivo que presenta este Proyecto, el resultado parece sugerir que el diseño y la integración de la metodología activa-motivadora se ha realizado con éxito. En mi opinión, basar esta metodología en diferentes pautas para mejorar la actitud del alumnado ha sido de especial relevancia para la mejora significativa de las calificaciones. Enfatizar en la participación activa, el uso de diferentes rutas de información gracias a herramientas multimedia y trabajar competencias transversales con actividades de dibujo han podido motivar en diferente medida a los estudiantes, los cuales encontraban varias posibilidades para reforzar su motivación dentro de la misma metodología. Otros trabajos que investigan la incorporación de metodologías docentes innovadoras como la aquí planteada (Alonso-Fernández, 2016; Aragonés, 2012) también recogen buenos resultados académicos asociados a su uso y una mejora en la actitud de los estudiantes.

En el caso de la metodología tradicional, la mejora significativa de las calificaciones puede estar sujeta a la tendencia de muchos estudiantes de valorar las lecciones magistrales como la mejor forma de adquirir conocimientos. De los 72, 35 alumnos del grupo experimental (Figura 15) valoraron escuchar al profesor como la forma más fácil de aprender y descubrir nuevos conocimientos. Esta preferencia puede deberse a la ya establecida costumbre del alumnado de obtener la información basándose en lecciones expositivas, como ocurre en la mayoría de asignaturas y etapas educativas. Esto está en línea con lo ya mencionado por autores como Agbulu & Idu (2008), Taber (2018) o Sáez (2000), que atribuyen este potencial a las lecciones de carácter expositivo.

Atendiendo a los resultados y al hecho de que las dos metodologías mejoran significativamente el aprendizaje, me hace reflexionar en que la fusión equilibrada de ambas, entendiéndolas como estrategias complementarias, se antoja como la mejor opción para incentivar el aprendizaje y la motivación del alumnado, apostando por la participación activa durante las lecciones expositivas. Esta idea ha sido defendida

anteriormente por otros autores (Agbulu & Idu, 2008; Bruner, 2009; Márquez, 2002; Sáez, 2000; Sateler, 2009; Taber, 2018).

Los filos estudiados usando la metodología activa-motivadora recogen mejores calificaciones en valores absolutos en la evaluación final que los filos de invertebrados estudiados con la metodología tradicional (Figura 12). Esta tendencia se repite al calcular la ratio de mejora (Figura 13). De forma añadida, en la última pregunta de la encuesta anónima (Figura 16) se puede apreciar que los filos abordados con la metodología diseñada para mejorar la motivación, Platelminetos (29) y Poríferos (21), son los dos mejor valorados por los estudiantes. Desde mi punto de vista, estos resultados pueden deberse a la incorporación de tareas de participación activa en el aula. El uso de preguntas frecuentes al alumnado, dando espacio al desarrollo de ideas propias, ayudó a los estudiantes a analizar conjuntamente conceptos que entrañaban mayor dificultad, así como a la adquisición de nuevos conocimientos o refuerzo de los ya existentes, tal y como Agbulu & Idu (2008) y Sateler (2009) demostraron en su trabajo.

Atendiendo a las preferencias del alumnado, (Figura 15) aprender dibujando (18) está mejor valorado que la toma de apuntes (14). De nuevo, el alumnado parece demostrar mejor rendimiento cuando se involucra de forma activa en su propio proceso de aprendizaje, tal y como Márquez (2002) indica en su estudio. Por esta razón, considero que el uso de actividades de dibujo dentro de la metodología activa-motivadora puede haber sido preferido a la toma de apuntes, que demanda una implicación más pasiva. Otros autores reafirman en sus estudios lo anteriormente indicado (Bruner, 2009; García & Matkoic, 2012; Narváez, 2002; Márquez, 2002). A su vez, la paridad de resultados entre ambas posibilidades (aprender dibujando: 18 y tomar apuntes: 14) (Figura 15) recalca lo ya indicado por Mayer & Moreno (2002) en su teoría de la entrega de información en el aprendizaje multimedia. El alumnado tiende a captar la información mediante el canal que le sea de mayor preferencia individual. Los resultados de esta encuesta señalan que, efectivamente, las características cognitivas del alumnado son diferentes, y que es adecuado aportarles diferentes vías para facilitarles adquirir los conocimientos en función de sus necesidades individuales. Por este motivo, considero que haber hecho uso de herramientas multimedia también ha podido influir en las mejores calificaciones de la metodología activa-motivadora, ya que ha sido posible llegar a un mayor número de estudiantes (Baddeley, 1999; Bruner, 2009; Narváez, 2002; Márquez, 2002; Mayer & Moreno, 2002).

De igual forma, el uso de la actividad de dibujo ha podido influir en el incremento de las calificaciones conseguidos en la metodología activa-motivadora. El principio detrás de

este razonamiento es sencillo: al pedirle al alumnado que comunique sus observaciones de manera gráfica será más preciso y meticuloso al realizarlas. Esta idea es defendida en el trabajo de Márquez (2002), y demuestra que una actividad basada en la representación gráfica de objetos naturales ayuda al alumnado a observarlo mejor, realizando una captación más eficaz de los conocimientos. De esta manera, se apoya de nuevo la necesidad de proporcionar diferentes canales de transmisión de conocimientos a la vez que la integración de competencias transversales como la creatividad en el entorno educativo (Baddeley, 1999; Comunidades Europeas, 2007; Márquez, 2002).

Estos datos dan a entender que la metodología usada durante el desarrollo de la sesión puede influir en el desempeño del alumnado (Figura 12, Figura 13 y Figura 16). En mi opinión, el alumnado tiende a obtener mejores resultados cuando valoran positivamente los contenidos que están estudiando, ya que su actitud es más positiva y predispuesta al aprendizaje. En este principio, como ya indicaron autores como Sáez (2000) o Marbà Tallada & Márquez (2010), radica la importancia de diseñar una estrategia metodológica cuya finalidad es mejorar la actitud del alumnado. Por tanto, gracias a los datos obtenidos en el presente estudio, se puede valorar que el uso de una estrategia metodológica que propicie la motivación podría estar asociada a una mayor captación de conocimientos y a calificaciones más altas, tal y como algunos autores ya indicaron en sus trabajos (Alonso-Fernández, 2016; Mitchener & Anderson, 1989; Tapia, 2005).

Para acabar, me parece interesante remarcar que solo 5 alumnos mostraron su preferencia hacia estudiar en casa como método de aprendizaje (Figura 15). Los bajos resultados en esta opción pueden deberse a que esta metodología fue planteada para no crear una sobrecarga de trabajo con deberes o tareas complementarias extraescolares. También puede deberse a que estos sean alumnos con una alta capacidad autónoma de trabajo, lo que sugiere que han desarrollado la competencia “aprender a aprender” con mayor éxito que sus compañeros (B.O.C.M. 18, pp. 10-309). De igual forma, es interesante remarcar que este Proyecto se llevó a cabo con estudiantes de 1º de la ESO, el alumnado más joven, y presumiblemente, con el nivel de madurez más bajo del centro. La autopercepción en estudiantes de estas edades puede ser confusa (Carpio, 2009), por lo que sus respuestas en una encuesta de estas características no siempre se corresponden con la realidad.

7.1. Relación de los resultados obtenidos con la profesión docente

Gracias a este Proyecto he podido apreciar que, de cara a la práctica docente, ambas metodologías tienen valía para incentivar el aprendizaje. Aunque los resultados del alumnado parecen apoyar la metodología diseñada para mejorar la motivación, me ha

resultado interesante corroborar que un método de estudio más convencional, basado en la escritura en la pizarra y toma de apuntes, también es una herramienta práctica para aplicar en mi futuro como docente. En esta misma línea, gracias de lo aprendido en este Proyecto (que el alumnado obtiene mejores calificaciones cuando el tema de estudio les resulta atractivo y conciben de manera positiva los contenidos de la asignatura) considero que para la práctica docente es prometedor potenciar dichas actitudes con una metodología como la aquí planteada.

Los resultados obtenidos me han permitido conocer que el alumnado valora de manera positiva el uso de una metodología que integre diferentes actividades o herramientas dentro de una misma sesión. La posibilidad satisfacer la preferencia cognitiva de un mayor número de alumnos, así como romper la monotonía con actividades que fomente la participación activa fue de interés para mantener la atención del alumnado, facilitando la práctica docente.

Aplicar este diseño muestral ayudó a resolver uno de los problemas encontrados en anteriores años durante la docencia de los invertebrados en la asignatura de Biología y Geología. De manera general y repetida curso tras curso, los estudiantes tienden a mezclar conceptos entre filos, probablemente debido a la similitud que guardan algunas de sus características. A juzgar por los resultados, el cambio de metodologías dentro de la misma UD parece haber ayudado al alumnado a caracterizar y asociar cada invertebrado en función de cómo fue estudiado, lo que implica una ventaja a tener en cuenta de cara a futura docencia de estos contenidos.

Desde mi punto de vista, destacaría el uso de la aplicación Plickers para la profesión docente. Me resultó especialmente útil para identificar en qué conocimientos el alumnado mostraba mayores carencias. Los resultados me permitieron conocer en que conceptos hacer especial hincapié durante las lecciones. Además de ser útil en el desarrollo de mi docencia, implicó que el alumnado aprendiese divirtiéndose y adquiriendo competencias en el uso de nuevas tecnologías.

7.2. Limitaciones del estudio

Una de las limitaciones que encontré a la hora de incorporar una metodología que aunara clases explicativas con alto grado de participación, herramientas multimedia de elaboración propia y actividades de dibujo, es la alta demanda de tiempo y preparación previas necesarias por parte del profesorado. De igual forma, el alto grado de participación que propone esta metodología resulta en una importante demanda disciplinaria durante las sesiones.

En cuanto a las limitaciones relacionadas con las preguntas de la encuesta, me resulta difícil determinar hasta qué punto la percepción previa del alumnado, y no lo aprendido en clase, ha podido influir a la hora de elegir que filo ha sido de mayor preferencia. La madurez del alumnado y el bajo nivel de autopercepción asociado a estas edades (Carpio, 2009) han podido ser factores limitantes a hora de responder a dichas preguntas.

Otra limitación que encontré a la hora de incorporar la *gamificación* al proceso de evaluación fue la falta de dispositivos tecnológicos a los que el alumnado tiene acceso, ya sea por su situación familiar o por su uso irresponsable, así como de la poca disponibilidad de dichos recursos por parte del centro.

Por último, se han de tener en cuenta las limitaciones propias de un estudio de estas características, en el que el tamaño muestral es reducido y los criterios de selección no se han hecho de manera aleatoria.

7.3. Futuras líneas de trabajo/actuación

Una línea de actuación con la que inicialmente planteé seguir trabajando en este Proyecto fue valorar la retención de los conocimientos en una escala temporal más larga. El estudio fue diseñado para poder realizar el mismo test (ANEXO II) después de 1 meses, durante los últimos días del periodo de prácticas. La intención era demostrar hasta qué punto es eficaz la retención de conocimientos gracias a la metodología activa-motivadora. El cierre de los centros educativos a raíz de las crisis del Covid-19 truncó la posibilidad de desarrollar dicha comprobación durante el Prácticum. Ante este contexto, y a la espera de la vuelta a las aulas de los estudiantes, se plantea la futura puesta en marcha de esta línea de investigación.

El presente Proyecto puede considerarse un estudio piloto que abre la puerta a futuras actuaciones con intención de evaluar si una metodología docente innovadora mejora la actitud y los resultados del alumnado. Para avanzar en la investigación que este trabajo propone, se debería ampliar el tamaño del grupo experimental y el número de centros muestreados. Esta propuesta permitiría realizar un análisis estadístico de los datos más robusto, conveniente de cara a reforzar la veracidad de los resultados.

De tal manera, considero que ampliar el abanico de alumnos con diferentes niveles de madurez será de gran utilidad para valorar hasta qué punto la metodología activa-motivadora afecta de formas diferentes a estudiantes de determinadas características y etapas educativas. De igual forma, se entiende que al ser la autopercepción del alumnado más acertada con la edad (Carpio, 2009), realizar futuras líneas de trabajo con estos estudiantes podría aportar resultados más fieles a la realidad.

8. CONCLUSIONES

El planteamiento, desarrollo y realización del presente Trabajo Final de Máster, me permite plantear las siguientes conclusiones:

1. La metodología activa-motivadora ha sido incorporada con éxito y mejora la actitud del alumnado hacia la asignatura.
2. Se ha comprobado que ambas metodologías mejoran significativamente las calificaciones del alumnado participantes en este estudio.
3. La incorporación de una metodología docente activa-motivadora ha obtenido mejores resultados entre los alumnos de educación secundaria evaluados.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agbulu, O. N., & Idu, E. E. (2008). The impact of participatory and expository approaches on learning of agricultural science in senior secondary schools in Benue State. *Journal of Social Sciences*, 16(3), 245-249.
- Alonso-Fernández, A. (2016). *Programa de desarrollo de la creatividad para alumnos de 3º de ESO en la asignatura de Física y Química*. Trabajo Final de Master. Universidad Internacional de la Rioja.
- Aragonés, C. A. (2012). *Uso de nuevas metodologías y motivación del alumno*. Trabajo Final de Master. Universidad Internacional de la Rioja.
- Arance, R. I., Rosales, M. R. (2015). Student's Book Inicia Biology 1º ESO. Volumen I y II. Editorial Oxford.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. Hove, England: Psychology Press.
- Bell, D. (1972). The cultural contradictions of capitalism. *Journal of Aesthetic Education*, 6(1/2), 11-38.
- Bernal, B. V., Pérez, R. J., & Jiménez, V. M. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 417-432.
- Bruner, J. S. (2009). *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. (2005). *Invertebrados*. 2ª edición. McGraw Hill / Interamericana de España, S. A. 1005 pp. (traducción de la versión en inglés de 2003).
- Cajal, S. R. (1888). Estructura de los centros nerviosos de las aves. *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*, 1.
- Carpio, H. M. (2009). Autopercepción social y atribuciones cognoscitivas en estudiantes de bajo rendimiento académico. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(3), 1175-1216.
- Clark, R. E. (1994). Media Will Never Influence Learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 21-29.

- Comunidades Europeas (2007). Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco europeo. Luxemburgo, Bélgica: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Recuperado el 19 de mayo de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>
- Crespo Fajardo, J. L. (2014). Los documentos anatómicos de Leonardo da Vinci. Bellas artes y trincheras creativas. Málaga: Grupo Eumed, 163-172.
- De Felipe, J. (2005). Cajal y sus dibujos: ciencia y arte. *Dossier científico. Arte y neurología*. 18, 213-238.
- Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid (B.O.C.M.) Núm. 118, pp. 10-309. Miércoles 20 de Mayo de 2015. Obtenido de https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2015/05/20/BOCM-20150520-1.PDF
- Equipo Directivo del IES Domenico Scarlatti (Aranjuez). Programación General Anual (PGA) y Proyecto Educativo de Centro (PEC) para el curso 2019/2020.
- Espinosa, R. S. C., & Eguia, J. L. (2016). *Gamificación en aulas universitarias*. Bellaterra: Institut de la Comunicació.
- Eurydice (2011). Science education in Europe: national policies, practices and research. Bruselas. Agencia ejecutiva en el ámbito educativo, audiovisual y cultural (EACEA P9 Eurydice).
- Flores, A. L., Galicia, G., & Sánchez, E. (2007). Una aproximación a la Sociedad de la Información y del Conocimiento. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 5(11), 19-28.
- García Bacete, F. J., & Doménech Betoret, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 1(3).
- García, M., & Matkovic, L. (2012). El poder de la imaginación y de la creatividad para hacer ciencia. *Química viva*, 11(1), 53-67.
- Grilli, J., Laxague, M., & Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 91-108.

- Hernández, P. H. (2003). Variables personales y contextuales del esfuerzo escolar. Moldes mentales de "inteligencia emocional". *Aula de Innovación educativa*, 120, 22-28.
- Huertas, M. J. A. & Agudo, R. (2003) Concepciones de los estudiantes universitarios sobre la motivación. *La universidad ante la nueva cultura educativa: enseñar y aprender para la autonomía*, 45-62.
- Jiménez, V. M. (1996). Concepciones prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 289-302.
- Kozma, R. B. (1994). Will media influence learning? Reframing the debate. *Educational technology research and development*, 42(2), 7-19.
- Marbà Tallada, A., & Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 19-30.
- Márquez C. (2002) Dibujar en las clases de ciencia. *Aula de Innovación Educativa*, (117), 54-57.
- Marrero Pérez, M. D., Sánchez Rivero, L. O., Santana Machado, A. T., Pérez de León, A., & Rodríguez Gómez, F. E. (2016). Las imágenes digitales como medios de enseñanza en la docencia de las ciencias médicas. *Revista Educación Médica del Centro*, 8(1), 125-142.
- Martínez-Jiménez, P., Pontes-Pedrajas, A., & Pedrós Pérez, G. (2005). El papel de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la educación científico-técnica universitaria. *Res Novae Cordubenses*. (3), 215-238.
- Mayer, R. E. (1999). Multimedia aids to problem-solving transfer. *International Journal of Educational Research*, 31(7), 611-623.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational psychology review*, 14(1), 87-99.
- Miller, K. (2014). Socrative. *The Charleston Advisor*, 15(4), 42-45.

- Mitchener, C. P., & Anderson, R. D. (1989). Teachers' perspective: Developing and implementing an STS curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 351-369.
- Montuschi, L. (2001). Datos, información y conocimiento. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento. *Serie Documentos de Trabajo de la Universidad del CEMA*, 192(6), 2-32.
- Municio, J. I. P., Pozo, J. I., & Crespo, M. Á. G. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata.
- Narváez, J. C. G. (2002). Horizontes de la comunicación visual contemporánea. *Espéculo: Revista de Estudios Literarios*, 22.
- PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do. OECD iLibrary. Recuperado 29 de marzo de 2020, de https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-results-volume-i_5f07c754-en.
- Prieto, V. H., & Haquin, D. M. (2015). Uso de imágenes en clases de ciencias naturales y sociales: Enseñando a través del potencial semiótico visual. *Enunciación*, 20(2), 248-260.
- Real Academia Española (RAE) y Asociación de Academias de la Lengua Española (2019). Diccionario de la Lengua Española, Edición del Tricentenario, Actualización del 2019. <https://www.rae.es/>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, del por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Núm. 3, pp.239 Sábado 3 de enero de 2015. Recuperado el 21 de mayo de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Rigo, D. Y. (2014). Aprender y enseñar a través de imágenes: Desafío educativo. *ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación*, 6.
- Robinson, K. (2011). *Cambiando Paradigmas, Doblado al Español*. Recuperado 2 de abril de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=g8J4LqQPy0M&t=16s>.
- Roca, S. C., Culebras, A. D. & García, A. B. (2015). Biología y Geología 1º ESO ANAYA Digital. Editorial Anaya.

- Rodríguez, J. A. M., & López, J. A. P. (1995). La enseñanza universitaria ante las demandas de los discentes (profesores, métodos y medios). *Revista de Enseñanza Universitaria*, (9), 61-81.
- Sáez, F. J. (2000). La opinión de los estudiantes universitarios sobre el método docente de las facultades de ciencias. *Revista de Investigación Educativa*, 18(1), 37-45.
- Saldís, N., Colasanto, C., Gómez, M., Trejo, V., & Comerón, L. (2014). Sensores multiparamétricos, programa informático, aula virtual y blog: la evaluación de profesores y estudiantes. *Química Viva*, 13(1), 56-72.
- Sateler, F. J. R. (2009). *Participación en el aula de matemáticas: indicadores discursivos para caracterizar su gestión*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Steinmann, A., Bosch, B., & Aiassa, D. (2013). Motivación y expectativas de los estudiantes por aprender ciencias en la universidad: Un estudio exploratorio. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(57), 585-598.
- Taber, K. S. (2018). *MasterClass in Science Education: Transforming Teaching and Learning*. London: Bloomsbury Publishing.
- Tapia, J. A. (2005). Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. *La orientación escolar en centros educativos*, 209-242.
- Viereck, G. S. (1929). What life means to Einstein. *Saturday Evening Post, Glimpses of the Great*, 447.
- Yubero, J. M. (2010). Herramientas multimedia en la enseñanza de lenguas extranjeras: Un recurso motivador. *CiDd: II Congrés Internacional de Didàctiques*, 272.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.

ANEXO I

Fichas actividad de dibujo.

Phylum: Porifera

Name: _____ Day: _____

Course: _____ Age: _____

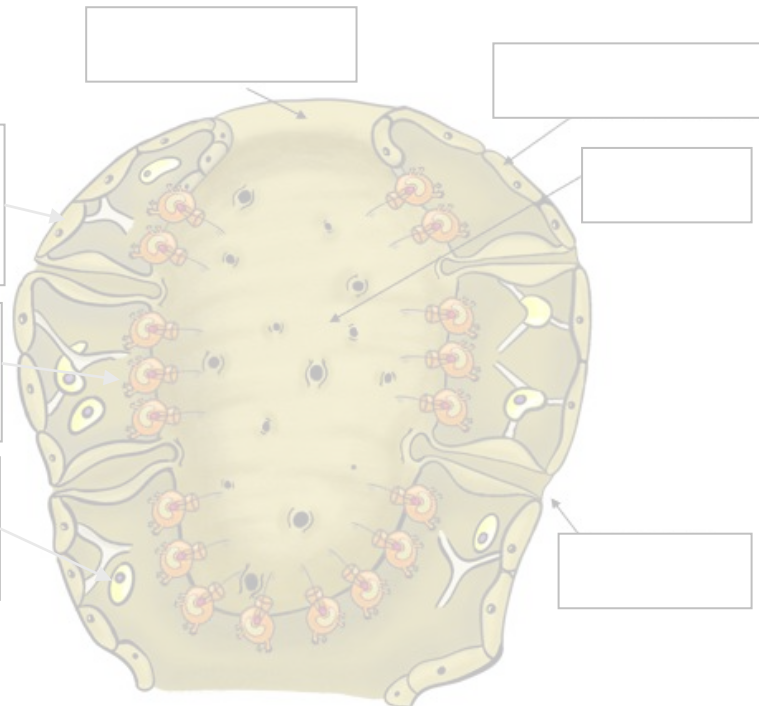
Activity: Drawing Time! Follow my instructions to draw the animal at the same time. It's very important that you write the name of the body structures and cells types. Fill the table with the characteristics of this phylum.

CellsTypes:

Cell name:

Cell name:

Cell name:



Evolution	
Body Scheme	
Habitat	
Digestive syst.	
Respiratory syst.	
Circulatory syst.	
Excretory syst.	
Interaction	
Reproduction	Sexual:
	Asexual:

Phylum: PLATYHELMINTHES

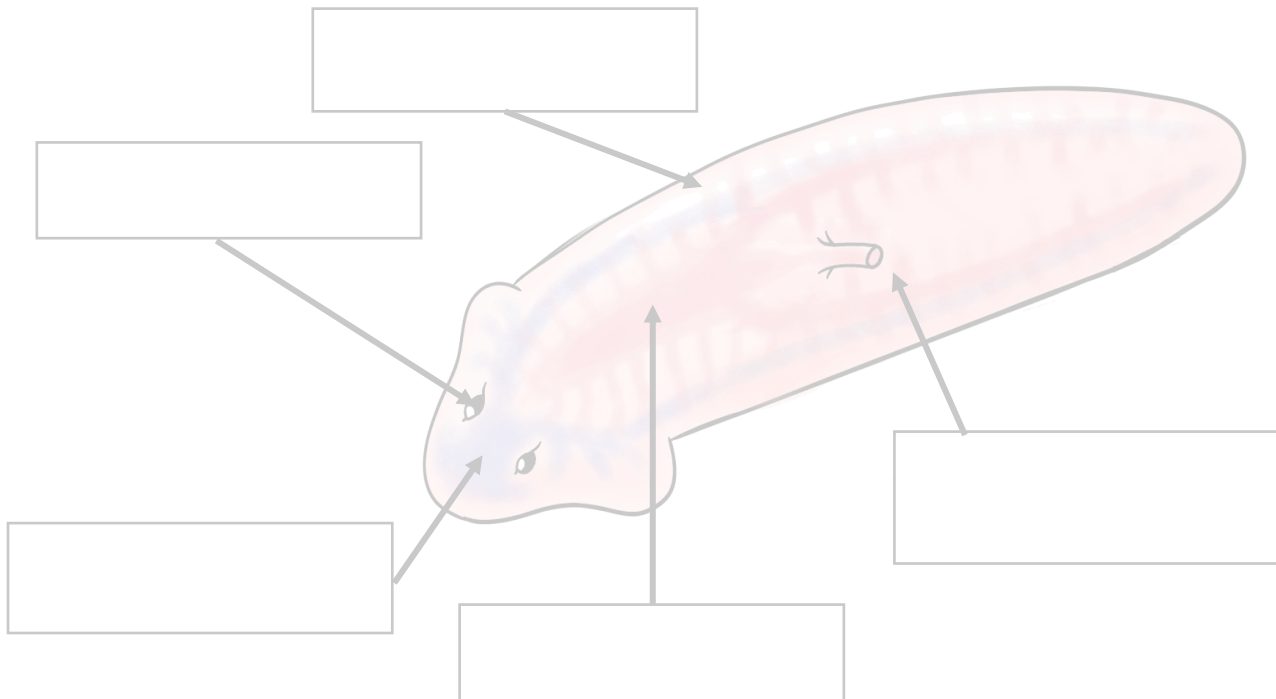
Name: _____

Day: _____

Course: _____

Age: _____

Activity: Drawing Time! Follow my instructions to draw the animal at the same time. It's very important that you write the name of the body structures. Fill the table with the characteristics of this phylum.



Evolution	
Body Scheme	
Habitat	
Digestive syst.	
Respiratory syst.	
Circulatory syst.	
Excretory syst.	
Interaction	
Reproduction	Sexual:
	Asexual:

ANEXO II

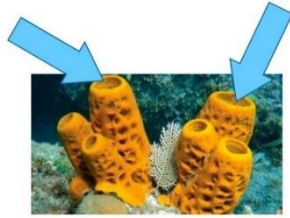
Examen tipo test para cada filo de invertebrados.

Evaluación inicial y final.

Phylum *Porifera*.

1- Do you know the name of this structure?

- A Big hole.
- B Osculum.
- C Pore.
- D Mouth.



2-What is the body plan of a sea sponge?

- A Bilateral symmetry.
- B Radial symmetry.
- C Asymmetrical.

3- What is the purpose of the flagellated cells?

- A Interaction.
- B Reproduction.
- C Nutrition.
- D Defense.

4- The water gets inside the sponge through....

- A Skin.
- B Pores.
- C Osculum.
- D Mouth.

5- What is the purpose of the ameoboid cell?

- A Interaction.
- B Reproduction.
- C Nutrition.
- D Defense.

6- What is the type of reproduction?

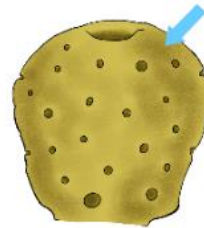
- A Asexual.
- B Sexual.
- C Sexual and asexual.

7- What is the direct antecesor of the Phylum *Porifera*?

- A Unicellular protozoan.
- B Bacteria.
- C Autotrophic cell.
- D Eukaryotic Colony.

8- Do you know the name of this structure?

- A Epidermis.
- B Skin.
- C Ameboid cells.
- D Cavity.



9- Where they live?

- A Lakes and rivers.
- B All are true.
- C Oceans and seas.
- D Reefs and coasts.

10- Sea sponges don't have stomach! where they digest?

- A Cavity.
- B Epidermis.
- C Flagellated cells.
- D Ameboid cells.

Phylum *Cnidaria*.

1- What is the body plan of the phylum cnidaria?

- A Bilateral symmetry.
- B Radial symmetry.
- C Asymmetry.

2- What body types present the phylum cnidaria?

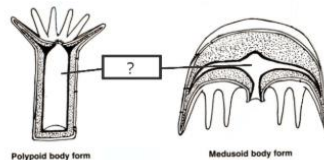
- A Jellyfish.
- B Polyp.
- C Polyp and jellyfish.
- D none is true.

3- What are the first organisms that present true tissues (specialized cells)?

- A Unicellular protozoan.
- B Eukaryotic Colony.
- C Phylum Porifera.
- D Phylum Cnidaria.

4- Do you know the name of this structure?

- A Tentacles.
- B Body wall.
- C Mouth.
- D Gastrovascular Cavity.



5- Do they live attached to the substratum?

- A False, all Cnidarians float in the water.
- B True, all Cnidarians live attached to the substratum.
- C Just the polyps live attached to the substratum and jellyfish float.
- D Both polyps and jellyfish float in the water.

6- Do you know what is the purpose of Cnidoblast cells?

- A Nutrition.
- B Reproduction.
- C Interaction.
- D Movement.

7- What is a Coral?

- A Algae.
- B Porifera.
- C Cnidaria –polyp colony.
- D Cnidaria - jellyfish colony.

8- How it is the interaction in phylum cnidaria?

- A Tactile receptor but without muscles.
- B. Tactile receptors, muscles for movement and balance.
- C They move but with no coordination (no nervous cells).
- D None is true.

9- Alternating reproductions in cnidarians mean?

- A There is sexual and asexual reproduction.
- B Polyps reproduce asexually (fragmentation) and jellyfish sexually (gametes).
- C In sexual reproduction fertilization is external (in the water).
- D All are true.

10- In sexual reproduction, what appears after fertilization?

- A zygote, which will become a Polyp larva.
- B zygote, which will become a jellyfish.
- C Directly a polyp.
- D Directly a jellyfish

Phylum *Platyhelminthes*.

1- What does it mean *Platyhelminthes*?

- A Flatworms
- B Round worms
- C Earthworms
- D Silk worm

2- What is the symmetry of Phylum *Platyhelminthes*?

- A Radial symmetry.
- B Bilateral symmetry.
- C Asymmetry.

3- What does “cephalization” means?

- A Head where we can find the mouth in *Platyhelminthes*.
- B Concentration of nerves in the front part of the body.
- C Appearance of sight, hearing and smell senses.
- D Development of neck and muscular tissue.

4- What is the reason cephalization took place?

- A In order to move better and take more food.
- B In order to be bigger.
- C In order to live attached to the substratum.
- D in order to live out of the water.

5- What can we find in the head of the *Platyhelminthes* thanks to cephalization?

- A Tentacles and reproductive organs.
- B Complex eyes with good sight sense.
- C Mouth with teeth.
- D Sense organs, because head take contact first with the environment.

6- *Platyhelminthes* are heterotrophs and their digestive system is close. What does it mean?

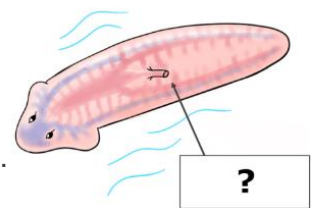
- A It is a tube where there are 2 mouths.
- B It is a chamber where the mouth and the anus are the same hole.
- C There are 2 anuses.
- D The digestive system is a tube with start (mouth) and end (anus).

7- Is there a circulatory system in *Platyhelminthes*?

- A Yes, with two hearts.
- B No, nutrients, excretions and gases move “freely”.
- C No, but there is a small heart.
- D Yes, with veins and arteries.

8- Do you know the name of this part?

- A Heart.
- B Respiratory system.
- C Mouth and anus.
- D reproductive organs.



9- They don't have respiratory system. How do they get oxygen?

- A Through the skin.
- B Through the mouth.
- C They don't need oxygen.
- D Only through the head.

10- Some *Platyhelminthes* are parasites and live in the intestines of many animals. Do you know their name?

- A Nematodes.
- B Planarians.
- C Tapeworms (Tenia).
- D Earthworms.

Phylum *Nematoda*

1- How is the symmetry in Phylum *Nematoda*?

- A Asymmetry.
- B Radial symmetry.
- C Bilateral Symmetry.

2- They are also known as...?

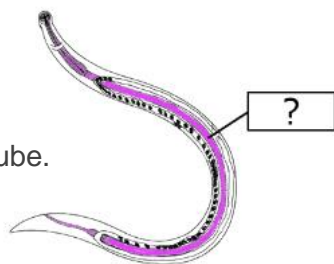
- A Lineal worm.
- B Cylindrical worms.
- C Flatworms.
- D Earthworms.

3- They have heterotrophic nutrition. Which one of them is more specific in Phylum *Nematoda*?

- A Filter-feeders.
- B Omnivorous.
- C Parasites and predators.
- D Just predators.

4- What is the name of this structure?

- A Muscles.
- B Nerves.
- C Testicles.
- D Digestive tube.



5- Where can we find Nematodes?

- A Water.
- B Inside a guest (parasite).
- C Moist earth.
- D All are true.

6- What is the name of the process that they use for gas exchange (respiration)?

- A Diffusion.
- B Breathing.
- C Fragmentation.
- D Circulation.

7- In the reproduction of parasitic Nematodes, when they are living in the intestines of their host, their eggs...?

- A travel through the body of the host using the circulatory system.
- B Go out through the mouth of their host.
- C They don't have eggs.
- D Go out using the faeces of their host.

8- Leeches are parasite animals that suck the blood of their host. They have their body segmented and they look like a worm, but, what type of worm?

- A Platyhelminthes.
- B Nematoda.
- C Annelida.
- D Tapeworms.

9- Anisakis are well known for being a parasite of fishes. They are really dangerous for us and it is necessary to freeze the fish before eating it in order to finish with them. Do you know what type of worms anisakis are?

- A Platyhelminthes.
- B Nematoda.
- C Annelida.
- D Tapeworms.

10- What are the first animals with a complete digestive tube?

- A Platyhelminthes.
- B Nematoda.
- C Annelida.
- D Cnidaria.